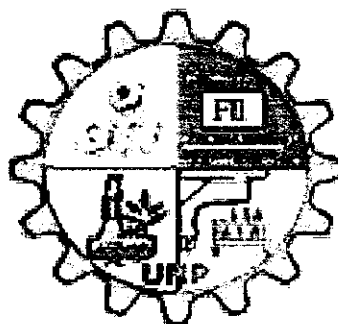


UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**TITULACIÓN PROFESIONAL POR SERVICIOS PRESTADOS
EN LA ESPECIALIDAD**

INFORME DESCRIPTIVO:

**"VALORACIÓN EN LA IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN
CONSTRUCTION APLICADAS AL CONTROL DE COSTOS, PLAZO Y
PRODUCTIVIDAD EN EL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA CERRO
DEL AGUILA - HUANCVELICA - PERÚ"**

RESPONSABLE:

NOÉ IRVIN MARTÍN ALBERCA CARRASCO

**PIURA - PERÚ
2014**

**“Valoración en la Implementación de herramientas Lean
Construction aplicadas al control de Costos, Plazo y
Productividad en el proyecto Central Hidroeléctrica
Cerro del Aguila, Huancavelica – Perú.”**

INFORME DESCRIPTIVO

**PRESENTADO A LA FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL COMO
REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

INGENIERO INDUSTRIAL EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

APROBADO POR:

Dr. Julio César Jiménez Chavesta


**PROFESOR ASESOR
COORDINADOR**

JURADO

Manuel Antonio Adrianzén De Lama, MSc


PRESIDENTE

Carlos Enrique Coello Ovalle, MSc

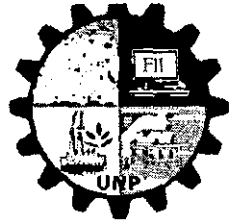

VOCAL

Fernando Madrid Guevara, MSc


SECRETARIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DECANATO



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE INFORME
DESCRIPTIVO POR PRESTACIÓN DE SERVICIOS

Los miembros del Jurado Calificador del Informe Descriptivo por Prestación de Servicios denominado «**VALORACIÓN EN LA IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN CONSTRUCTION APLICADAS AL CONTROL DE COSTOS, PLAZO Y PRODUCTIVIDAD EN EL PROYECTO CENTRAL HIDROÉLECTRICA CERRO DEL AGUILA – HUANCAMELICA - PERÚ**», presentado por el Bachiller en Ingeniería Industrial, señor **NOÉ IRVIN MARTÍN ALBERCA CARRASCO**; asesorado por el Dr. **Julio César Jiménez Chavesta**, reunidos para la sustentación de éste y luego de escuchar su exposición y las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran:



Con el Calificativo:

..... *Aprobado*

..... *Muy Bueno*

En consecuencia el sustentante se encuentra apto para recibir el título profesional de **INGENIERO INDUSTRIAL** conforme a Ley.

Piura, 28 de noviembre del 2014


Ing. MANUEL ANTONIO ADRIÁN DE LAMA, MSc.
PRESIDENTE – JURADO CALIFICADOR


ING. CARLOS ENRIQUE CUELLO OBALLE, MSc.
VOCAL – JURADO CALIFICADOR


ING. FERNANDO MADRID GUEVARA, MSc.
SECRETARIO – JURADO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Al esfuerzo de mis padres Noé y Clorinda, a mis hermanos Maria Luisa y Joel, a todos por su incondicional apoyo.

AGRADECIMIENTO

A Dios quien a través de muchas personas de gran corazón, me han permitido lograr cada meta.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	2
RESUMEN	5
CONCLUSIONES	6
RECOMENDACIONES	7
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
1.1 FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA	8
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	8
1.3 OBJETIVOS	9
1.4 JUSTIFICACIÓN	9
2. MARCO TEÓRICO	10
2.1. MARCO HISTÓRICO Y CONTEXTUAL	10
2.1.1 DATOS GENERALES DE LA EMPRESA	10
2.1.2 VISIÓN, MISIÓN Y VALORES CORPORATIVOS	10
2.1.3 PREMIOS Y CERTIFICACIONES	11
2.2. ANTECEDENTES	12
2.2.1 SISTEMA DE GESTION DE PROYECTOS GYM S.A.	12
2.2.2 LEAN CONSTRUCTION EN GYM	13
2.3. FUNDAMENTO TEÓRICO	16
2.3.1 METODOLOGÍA EN GESTIÓN DE PROYECTOS	16
2.3.2 SISTEMA DE GESTIÓN DE PROYECTOS	19
2.3.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS Y PRINCIPIOS DE LEAN CONSTRUCTION	21
3 VALORACIÓN Y RESULTADOS EN LA IMPLEMENTACIÓN: OBRA 1757: CENTRAL HIDROELÉCTRICA CERRO DEL ÁGUILA - 510 MW.	41
3.1 ALCANCE: DEFINICIÓN DEL PROYECTO	41
3.1.1 DESCRIPCIÓN DE OBRAS CIVILES	43
3.2 GESTIÓN DEL COSTO: CONTROL DE COSTOS	48
3.2.1 ASPECTOS DE DECISIÓN Y PUESTA EN MARCHA	54
3.2.2 RESULTADOS OBTENIDOS	55
3.3 GESTIÓN DEL TIEMPO: APLICACIÓN DE “LAST PLANNER”	59
3.3.1 ASPECTOS DE DECISIÓN Y PUESTA EN MARCHA	60
3.3.2 RESULTADOS OBTENIDOS	69
3.4 GESTIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD	72
3.4.1 ASPECTOS DE DECISIÓN Y PUESTA EN MARCHA	72
3.4.2 RESULTADOS OBTENIDOS	86
3.5 GESTIÓN DE ADMINISTRACIÓN DE SUBCONTRATOS	86
3.5.1 ASPECTOS DE DECISIÓN Y PUESTA EN MARCHA	88
3.5.2 RESULTADOS OBTENIDOS	94
BIBLIOGRAFÍA	97
ANEXOS	98

INTRODUCCIÓN

En la industria de la Construcción, es común encontrar a empresas que trabajan empíricamente sin mapear correctamente procesos, y por ende sin implementar mejoras para optimizar sus resultados, visiones fundamentales que son el pilar fundamental de la carrera de ingeniería industrial.

La compañía Graña y Montero, con su empresa GyM es la empresa constructora peruana más antigua y sólida del país, con 81 años de experiencia en el rubro. GyM desde hace varios años atrás se interesó en implementar herramientas de gestión cuyo eje fundamental es la metodología Lean Construction, la cual tiene su origen en el referente más emblemático para un ingeniero industrial: el modelo de producción de la fábrica Toyota.

En la ejecución de estas obras de significativa envergadura, GyM S.A. en concordancia a sus valores y políticas de cumplir con la ejecución de obras “antes del plazo” y con altos niveles de “eficiencia”, a través de su área Oficina Técnica se implementó un conjunto de herramientas en su Sistema de Gestión de Proyectos, buscando asegurar las metas en cuanto al alcance, plazo y costo de los proyectos.

Durante la permanencia en importantes proyectos ejecutados por la empresa GyM S.A. en consorcio con empresas de presencia mundial, se ha adquirido competencias profesionales en el campo de la ingeniería Industrial demostradas en los cargos desempeñados:

GYM S.A. – CONSORCIO RIO MANTARO (GyM - ASTALDI),

Periodo : 02.Enero 2012 a 01 Noviembre 2014

Obra / Proyecto : Central Hidroeléctrica Cerro del Aguila

Empresa Cliente : CERRO DEL ÁGUILA S.A.

Ubicación : Huancavelica

- Puesto 1: Ing. Administración de Contratos – Frente Casa de Maquinas
- Puesto 2: Asistente Control Proyectos/Productividad y Programación
- Puesto 3: Asistente de Control Proyectos/Costos
-

GYM S.A. – CONSORCIO LA GLORIA (GyM - ABENGOA)

Periodo : 06.Ene.11 a 31.Dic.11

Obra / Proyecto : Pariachi

Empresa Cliente : SEDAPAL

Ubicación : Lima

- Puesto : Asistente de Prevención de Riesgos/Medio Ambiente

El presente informe descriptivo tiene como objetivo hacer referencia a la valoración de las herramientas de gestión bajo el enfoque Lean, implementadas en el proyecto **Central Hidroeléctrica Cerro del Águila - 510 MW.** – Distrito de Surcubamba, Prov. de Tayacaja, Región Huancavelica (Período 2011 - 2014). Para ello se considera las siguientes fases:

Primera fase: Documentación, que consiste en la revisión de la información cuyo contenido constituye la base conceptual utilizada sobre Gestión de Proyectos de GyM S.A. en áreas del conocimiento de gestión del Tiempo, Productividad y Costo, así como lo correspondiente a la filosofía del Lean Construction con la finalidad de obtener una visión global del tema.

Segunda Fase: Desarrollo del Sistema de Gestión de GyM S.A., en la cual se describe y se realiza la valoración en las áreas de Control de Productividad, Programación, Costos y Subcontratas alineados a la gestión del Alcance, Tiempo y Costo del proyecto: Central Hidroeléctrica Cerro del Águila - 510 MW.

Tercera Fase: Conclusiones y Recomendaciones, donde se concluye acerca de la aplicabilidad de los sistemas de gestión basados en principios del Lean Construction, recomendando áreas de mejora que se puedan plantear.

RESUMEN

La industria de la construcción en el Perú impulsa permanentemente el desarrollo económico del país; sin embargo es uno de los sectores con el menor grado de desarrollo, caracterizada por falta de efectividad: Eficacia y Eficiencia y en consecuencia baja Productividad en sus proyectos. La construcción presenta características únicas como: Curva de aprendizaje limitada, influencia de condiciones climáticas o situacionales, entre otros.

El objetivo del presente Informe se orienta a valorar la aplicabilidad de herramientas de gestión basadas en la filosofía Lean Construction, mostrando los resultados obtenidos en la gestión del tiempo, productividad, y Costos en la construcción de la Central Hidroeléctrica Cerro del Aguila, ubicada en una zona inhóspita, de geografía, comunidades y clima complejos, factores que de no tenerse en cuenta en un planeamiento, ejecución y control adecuados significaría pérdidas del flujo de producción. Actualmente el proyecto estudiado cuenta con controles basados en la filosofía Lean, los mismos que emiten indicadores del estatus de la obra y permiten dar alertas tempranas de desviaciones en lo planeado. La información es proporcionada a la gerencia para la toma de decisiones. Como resultado se logró mejorar la confiabilidad de la programación de actividades de 38% a 76%, contribución a la eficiencia de 105% del costo mensual y tendencias de ahorro en costo de Subcontratos.

Concluyendo que las herramientas basadas en Lean Construction constituyen un medio efectivo para gestionar un proyecto de construcción.

CONCLUSIONES

- Mediante la valoración y puesta en marcha de las herramientas de control basadas en la filosofía Lean Construction se logró determinar que constituyen un mecanismo efectivo en el control de Costos, Plazos y Productividad de un proyecto de construcción tan complejo y de gran envergadura como CH Cerro del Aguila.
- Las herramientas de control de Costos, productividad y gestión de Subcontratistas deben ser concebidas dentro del ciclo de mejora continua ya que su alcance va más allá del concepto de fiscalización, permitiendo identificar brechas proponer medidas de solución y finalmente tomar acciones.
- Se logró demostrar que en el Proyecto estudiado, la aplicación de la “Teoría del último planificador” permitió tener una mayor confiabilidad en la planificación, mitigando así los altos niveles de incertidumbre y variabilidad que se presentan en los proyectos de construcción.
- Los principios del Lean Construcción presentan un nuevo enfoque de producción buscando reducir o eliminar las actividades de flujo ya que las mismas no agregan valor al producto final y volver más eficientes las actividades de conversión maximizando el valor.
- Finalmente es importante concluir que el sistema de gestión basado en principios del Lean Construction es un sistema de procesos de mejora continua, que busca brindar un flujo de trabajo estable apuntando permanentemente la mejora de sus procesos. Solo aquello que puede ser medido es susceptible de ser mejorado.

RECOMENDACIONES

- Para mejores resultados en la industria de la construcción es necesario complementar la metodología PMI® con la Filosofía Lean Construction pues se adapta a los problemas que hacen de este sector tan distinto a la manufactura.
- El gran reto que se debe superar para la correcta aplicación del sistema de gestión basado en principios del lean construction, es el de crear la conciencia Lean en el equipo de obra, resaltando el objetivo de una mejora continua; ya que la industria de la construcción peruana presenta una gran resistencia a cambios e innovaciones que le permitan romper sus paradigmas ya que la misma se caracteriza por ser empírica y tradicional basada ampliamente en la experiencia.
- Si se logra instruir a los involucrados acerca de los principios Lean, se conseguirá real convencimiento de que el trabajo que realizan y los esfuerzos de mejora continua rendirán frutos. El grupo debe saber para qué está trabajando y en qué consiste el método, pues es imposible que se sientan involucrados y convencidos de participar en algo que desconocen.
- La aplicación de nuevas tecnologías en el rubro de la construcción debe complementar el objetivo de mejorar la confiabilidad del flujo de trabajo, mediante la evaluación, simulación y reingeniería procesos antes de su ejecución en campo, por ejemplo utilizando el BIM (Building Information Modeling). Modelado de Información de Construcción.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA

Al inicio de cualquier proyecto de construcción, es una constante observar arranques de obra complicados, teniendo en cuenta las complejidades específicas de cada caso, que van desde obras en la costa, sierra o selva, a más de 4,000 msnm o en el desierto, climas extremos, comunidades con altas expectativas, mano de obra local no calificada, etc. que como consecuencia representan externalidades con altos grados de incertidumbre, riesgos que atentan con la rentabilidad y prestigio de las empresas si no se gestionan correctamente.

Para GyM en su búsqueda de la excelencia operacional de sus proyectos, resultó una necesidad imperiosa el implementar en su más ambicioso proyecto de Central Hidroeléctrica: Cerro del Águila, las herramientas de control en base a la filosofía Lean Construction, por lo que se requería además analizar y valorar dicha implementación, con el fin de asegurar el cumplimiento de sus metas en cuanto al alcance, plazo, costo de los proyectos y consecuentemente la rentabilidad de la empresa - satisfacción de su cliente.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Dada la necesidad de implementar las herramientas de control y de analizar y valorar su puesta en marcha se planteó la siguiente interrogante:

¿Qué resultados genera la implementación de las herramientas de control alineadas con la filosofía Lean Construction en la etapa de construcción de la Central Hidroeléctrica Cerro del Águila?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar y valorar la aplicabilidad de los controles implementados del sistema de gestión de los Proyectos de GyM basados en el Lean Construction en la Obra: Central Hidroeléctrica Cerro de Aguila 510 MW. – Huancavelica - Perú.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Identificar de los alcances contractuales del proyecto Cerro del Aguila.
- Definir la estructura de control de costos.
- Definir la implementación de las herramientas de programación Last Planner y medir su evolución.
- Medir la productividad de actividades específicas.
- Realizar seguimiento continuo la gestión con subcontratistas.
- Describir las funciones y aportes realizados en la organización

1.4 JUSTIFICACIÓN

El estudio se justificó considerando que la empresa GyM no contaba con un estudio específico sobre la aplicabilidad de las herramientas Lean en una obra con las características de la Central Hidroeléctrica Cerro del Aguila. Además, la empresa había tomado la decisión de implementar dichas herramientas, para lo cual se requería el monitoreo, análisis y valoración respectiva para la toma de decisiones y el conocimiento de sus resultados.

Por otra parte, el estudio muestra una ventaja competitiva que se logra con el conocimiento y la experiencia sobre la implementación de estas herramientas para futuros proyectos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. MARCO HISTÓRICO Y CONTEXTUAL

2.1.1 DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

Nombre o razón social de la empresa: **GyM – Grupo Graña y Montero**

Ubicación de la empresa : **Av. Paseo de la Republica 4675 Surquillo, Lima**

Giro de la empresa : **Servicios**

Tamaño de la empresa : **Grande**

Rama : **Construcción**

GyM S.A., Empresa líder en la prestación de servicios de ingeniería, en todos los sectores de la construcción: Infraestructura, Energía, Edificaciones, Minería, Petróleo, Industria, Saneamiento, con proyectos a nivel nacional y Latinoamérica, con una antigüedad de 81 años de servicio se constituye como la más antigua y más grande empresa constructora del Perú, en el curso de sus diversos proyectos se ha asociado con las más importantes empresas de construcción del mundo, tales como Bechtel, Fluor, Astaldi, Abengoa, Dumez GTM (Vinci), Aker Solutions, desarrollado proyectos en diversas modalidades, con o sin financiamiento, llave en mano (turn-key), EPC (Engineering, Procurement and Construction), entre otros.

2.1.2 VISIÓN, MISIÓN Y VALORES CORPORATIVOS

Visión: "Ser la empresa de Construcción más confiable de Latino América"

Misión: Resolver las necesidades de Servicios de Ingeniería e Infraestructura de sus clientes más allá de las obligaciones contractuales, trabajando en un entorno

que motive y desarrolle a su personal respetando el medio ambiente en armonía con las comunidades en las que opera y asegurando el retorno a sus accionistas.

El éxito de GyM se debe al respeto de sus cuatro valores corporativos:

- **Cumplimiento Antes del Plazo:** Consiste en comprometerse en terminar todos los proyectos "Antes del Plazo" contractual.
- **Calidad:** El prestigio de GyM desde sus inicios se caracterizó por la alta calidad de sus trabajos, cuidando que la "Calidad Graña y Montero" va más allá del estándar.
- **Seriedad y Carta de Ética:** De una encuesta entre clientes, trabajadores y público en general se identificó que el adjetivo con que más se identificaba la imagen de Graña y Montero era la Seriedad.
- **Eficiencia:** Desde hace algunos años GyM se propuso elevar la Eficiencia al nivel de uno de nuestros Valores fundamentales, y hacer un esfuerzo dirigido a mejorar la productividad y eficiencia en todas las áreas de nuestro negocio, reduciendo nuestros costos y mejorando nuestros márgenes de producción.

2.1.3 PREMIOS Y CERTIFICACIONES

Cuenta con múltiples reconocimientos que sustentan sus políticas y sistema de gestión¹, además GyM fue el ganador del premio Latinoamericano de Responsabilidad Social Empresarial FIIC 2012 – 2014 en el año 2012 que otorga: Federación Internacional de la Industria de la Construcción (FIIC)

¹ http://www.granaymontero.com.pe/premios_y_reconocimientos.aspx

2.2. ANTECEDENTES

2.2.1 SISTEMA DE GESTION DE PROYECTOS GYM S.A.

Se considera la siguiente premisa: “El producto que vende una empresa constructora es el servicio de “construcción”, por lo tanto el esfuerzo fundamental debe centrarse en optimizar la construcción², es así que conforme a los principios estudiados y como parte de la mejora continua en los procesos y metodologías de GyM S.A. se implementó el **Sistema de Gestión de Proyectos de Construcción**, el mismo que es el conjunto de políticas, procedimientos, hitos de control, herramientas, sistemas informáticos, capacitaciones, que ha definido GyM para gestionar los Proyectos de Construcción.

Como muestra la figura 1, la ejecución del Sistema de Gestión de un Proyecto se inicia con la transferencia de información contractual y presupuestal, donde se indican las consideraciones tomadas y alcance contractual, seguidamente el equipo de obra inicia con la etapa de planeamiento del proyecto el mismo que incluye la elaboración del presupuesto meta, que es el compromiso del equipo de obra para la ejecución del proyecto, paralelamente se inicia con la ejecución del proyecto e implementación de las herramientas, las mismas que son aplicadas en función de las singularidades de cada proyecto y son parte de la gestión del día a día, finalmente con la entrega de obra se realiza una “Reunión de Cierre de Obra” donde se presenta el Relatorio de obra que es el informe de lecciones aprendidas y forma parte del “Know How” de la empresa.

² VIRGILIO GHIO CASTILLO, Productividad en obras de construcción. Diagnóstico, crítica y propuesta.

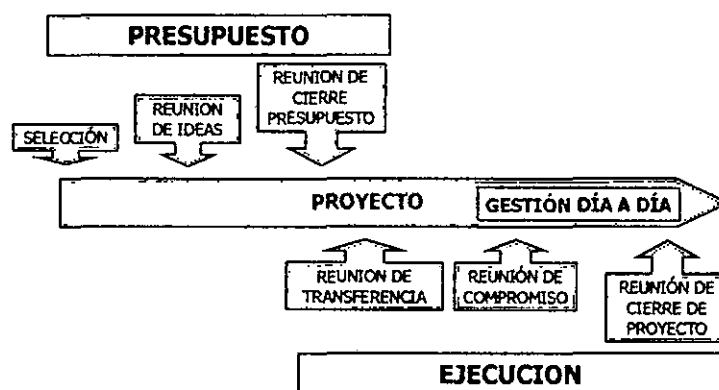


Figura 1: Esquema del Sistema de Gestión

2.2.2 LEAN CONSTRUCTION EN GYM

“Desde 1999 GyM abraza la filosofía Lean como directriz para enfocar la gestión de sus proyectos, desde entonces ha ido madurando conceptos a través de la aplicación práctica de la filosofía en proyectos de todo tipo, ya sea edificaciones (especialidad de la mayoría de empresas del entorno lean) o proyectos de construcción pesada (experiencia escasa y aplicación compleja)”³ Figueroa, 2012 (p.01). Paper: **FILOSOFÍAS DE GESTION EN GYM.**

¿Cómo GyM Aplica Lean Construction en sus proyectos?

- ✓ Profesionalizando la Gestión de la Producción.
- ✓ Agregando valor al cliente de manera sistemática.

En los últimos años GyM ha sido reconocido como referente regional en la aplicación práctica por parte de la comunidad internacional Lean. Este reconocimiento se consolidó en el año 2011 cuando se logró que la edición 19 de la reunión del International Group for Lean Construction (IGLC) se realice en el Perú promovida y organizada por GyM. El evento resultó un éxito y supuso el establecimiento de un nuevo estándar para la comunidad Lean.

³ David Figueroa Espejo (2012) Filosofías de Gestión En GyM.

La experiencia Lean se puede esquematizar puntualizando:

- Aplicación del sistema del ultimo Planificador Last Planner
- Aplicación de trenes de Actividades
- Aplicación de herramientas de medición del trabajo

Como ejemplo de resultados de implementación de la filosofía Lean en proyectos de GyM se puede mencionar⁴ :

1. Parques del Agustino, Considerado por su envergadura como uno de los conjuntos residenciales más importantes del Perú, los Parques de El Agustino se ubica en la ciudad de Lima y en un área de 220.003 m²

- 3,400 Departamentos de Vivienda Social en 27 meses
- Requirió mayor detalle / Perfeccionamiento de los procesos
- Horarios escalonados de ingreso y salida de diferentes especialidades.
- En invierno, se dio más días de secado al empaste y pintado.

TREN DE INVIERNO																				
ACABADOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Imprimacion de muros y techos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Solaqueo de muros y Techos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Empaste 1ra mano departamentos y pasadizos			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Empaste 2da mano (templex)				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Empaste 3ra mano					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Lijado de Empaste						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Gas interior y Pasadizos							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Preparación de colomural								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Colocación de puertas y Junquillos									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Pintura 1ra Mano de techo										x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Pintura 1ra Mano de Muros (cocinas y baños)											x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Pintura 2da mano de techo												x	x	x	x	x	x	x	x	x

⁴ Exposición Ing. Juan Manuel Lambarri - Gerente General de GyM en el Congreso Internacional de Lean Contrucción (IGLC 2011 - Lima, Perú).

TREN DE VERANO																				
ACABADOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Imprimacion y solaqueo de muros y techos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Empaste de muros y techos					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
Lijado de Empaste						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Gas Interior y Pasadisos							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Colocación de puertas y Junquillos									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Pintura 1ra Mano de Muros y Techos											x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Pintura 2da mano de techo												x	x	x	x	x	x	x	x	x

Figura 2: Tren de Actividades en Verano e Invierno

2. **Hotel Westin (2011):** Hotel de cinco estrellas y 301 habitaciones en un área total de 71,000 m², 04 sótanos y 30 pisos. Lima - San Isidro,

- Uso de tren de actividades.
- Coordinación estricta con Subcontratas, Diseñadores y Proveedores.
- Integración del Cliente a la rutina de reuniones.

Mejora de productividad, en la figura 3 se muestra que luego de implementar esta filosofía en la división de Obras civiles, se obtuvo ratios muy similares a los de la división de edificaciones, la división más mecanizada con procesos repetitivos:

Encofrado Vivienda Masiva: 0.42 HH/M².

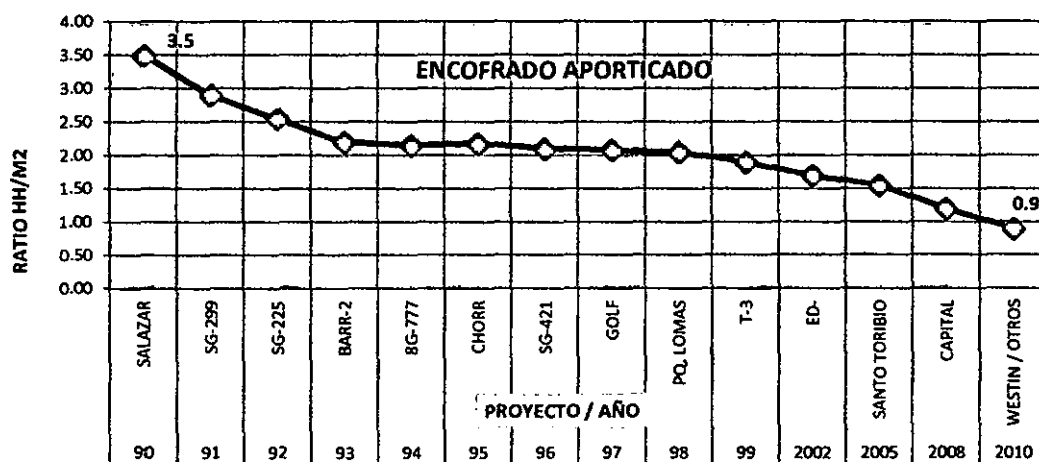


Figura 3: Evolución de Ratio de Encofrado Ap. (HH/M²)

2.3. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.3.1 METODOLOGÍA EN GESTIÓN DE PROYECTOS

Existen muchas metodologías de gestión, la más difundida y aplicada en el contexto de la construcción es la propuesta por PMI®. El Instituto de Gerencia de Proyectos PMI (Project Management Institute), que dice que un proyecto se puede descomponer en una red de procesos, cuyas entradas, salidas, técnicas y herramientas están plenamente identificadas y conectadas, de tal manera de hacer una gerencia sobre una cadena planificada y controlada de procesos⁵. Ver figura 4.



Figura 4: Esquema de Proceso bajo enfoque PMI®

Estos procesos, se ubican dentro de una matriz de 5 grupos: inicio, planificación, ejecución, control y cierre; los cuales para ser gestionados requieren de diversos conocimientos que se agrupan en 9 áreas: integración, alcances, tiempo, costo, calidad, adquisiciones, recursos humanos, riesgos y comunicaciones. Si bien el PMI® brinda un sistema de gestión bien estructurado y con áreas de conocimiento que permite una buena gestión de proyectos, su aplicabilidad en el sector de la construcción necesita ser complementada en los procesos de planificación, ya que en esta industria no aplica una tecnificación al 100%, por lo que no se puede asumir que luego de una entrada, el proceso es tan directo como una simple transformación que entrega un resultado, sino que existen muchas otras actividades inherentes denominadas Flujos, las cuales generan desperdicios

⁵ PABLO ORIHUELA, Metodologías estándar de gerencia de proyectos

como: transporte, esperas y trabajos rehechos que no agregan valor al cliente, como se muestra en la figura 5:

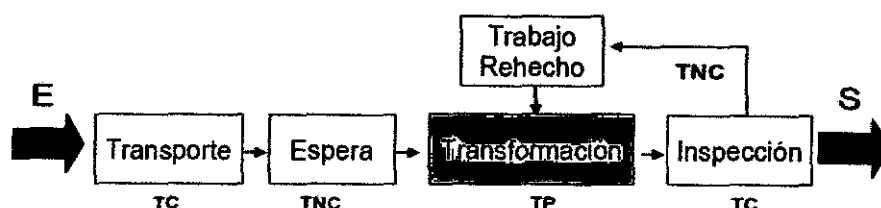


Figura 5: Esquema de Proceso bajo enfoque Lean Construction

Es por ello que se debe considerar los principios de “El Instituto de la Construcción sin Pérdidas ILC (Institute of Lean Construction)”, cuya filosofía de gestión, se basa en maximizar el valor para el cliente minimizando lo más que se pueda las pérdidas de recursos, para ello recomienda diferentes técnicas y herramientas que se enfocan en la información extraída del último planificador, de manera tal que aquello que realmente se llega a hacer es un resultado optimizado de lo que se debe hacer contra lo que se puede hacer.

Así mismo, considerar el enfoque de “El Instituto Goldratt AGI (Abraham Goldratt Institute)”, que propone la Teoría de Restricciones, cuya filosofía considera que la gestión de una empresa es un flujo de actividades que corren como por diferentes tuberías ubicadas ya sea en los proveedores, dentro de la empresa o en el mercado; como cada una de estas actividades tiene un “caudal” diferente; entonces, si en algún lugar este caudal se estrecha, entonces todo el flujo de la gestión queda restringido a esta actividad denominada “Cuello de Botella”, este instituto propone que para realizar una gestión exitosa en una empresa, primero se debe considerar 5 pasos⁶:

- Identificar la Restricción.
- Mejorar la Restricción.

⁶ ELIYAHU M. GOLDRATT Y JEFF COX, La Meta – Un proceso de Mejora Continua.

- Subordinar el sistema a esta Restricción.
- Elevar la restricción.
- Volver al paso 1.

No se puede considerar un enfoque de mejor que el otro (PMI - ILC); más bien se debe tratar de entender cada uno, estudiar sus técnicas y herramientas y decidir que se adapta mejor a cada proyecto.

2.3.1.1 Definición de Proyecto

“Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único”⁷. Temporal implica que cada proyecto tiene un comienzo definido y un final definido. Un proyecto crea productos entregables únicos (productos, servicios o resultados).

La singularidad es una característica importante de los productos entregables de un proyecto de construcción.

La elaboración gradual es una característica de los proyectos que acompaña a los conceptos de temporal - único y significa desarrollar en pasos e ir aumentando mediante incrementos.

2.3.1.2 Gerencia de Proyectos

La gerencia de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer los requisitos del proyecto. Sus procesos son de: inicio, planificación, ejecución, seguimiento - control, y cierre. El director del proyecto es la persona responsable de alcanzar los objetivos del proyecto.

⁷ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, Guía de la Dirección de Proyectos (PMBOK).

Los gerentes de proyecto a menudo hablan de una “triple restricción” - alcance, tiempos y costes del proyecto - a la hora de gestionar los requisitos concurrentes de un proyecto. La calidad del proyecto se ve afectada por el equilibrio de estos tres factores ya que del nivel de cumplimiento de estos tres factores depende el nivel de calidad del proyecto. Los proyectos de alta calidad entregan el producto, servicio o resultado requerido con el alcance solicitado, puntualmente y dentro del presupuesto.

2.3.2 SISTEMA DE GESTIÓN DE PROYECTOS

El sistema de gestión de proyectos es el conjunto de herramientas, técnicas, metodologías, recursos y procedimientos utilizados para gestionar un proyecto. Puede ser formal o informal, y su objetivo es ayudar al director del proyecto a gestionar de forma eficaz un proyecto hasta su conclusión. El sistema es un conjunto de procesos y de las funciones de control correspondientes, que se consolidan y combinan en un todo funcional y unificado⁸.

El contenido del sistema de gestión de proyectos variará dependiendo del área de aplicación, influencia de la organización, complejidad del proyecto y disponibilidad de los sistemas existentes. El sistema se ajustará o adaptará a cualquier exigencia impuesta por la organización.

2.3.2.1 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Un sistema de producción es la manera en que se lleva a cabo la entrada de las materias primas (materiales, información, etc.) así como el proceso para

⁸ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, Guía de la Dirección de Proyectos (PMBOK).

transformar los materiales y obtener un producto terminado para la entrega a los clientes o consumidores como se muestra en la figura 6.

Estos sistemas estructurados a través de un conjunto de actividades y procesos relacionados buscan dar un alto valor añadido al cliente, con el empleo de los medios adecuados y la utilización de los métodos más eficientes.

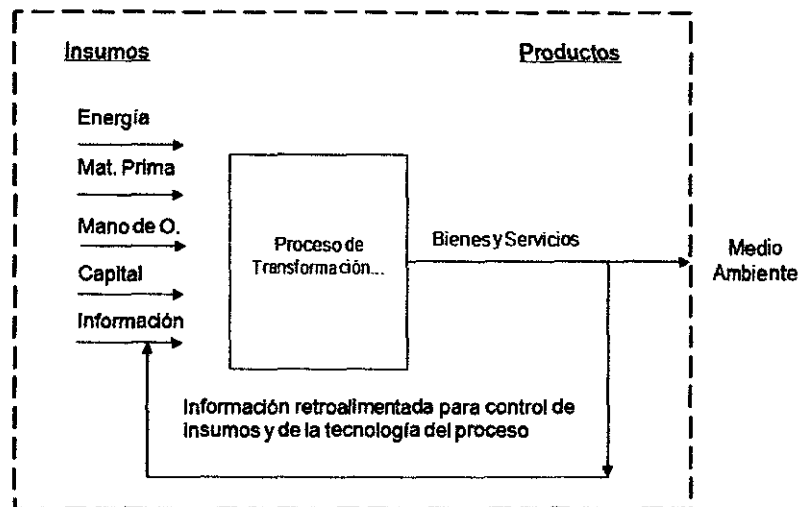


Figura 6: Esquema de Sistemas de Producción

2.3.2.2 TIPOS DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Existen tres tipos tradicionales de sistemas de producción, que son la producción por: **Proyecto o bajo pedido**, la producción **por lotes o intermitente** y la producción **continua o en línea**. Estos tipos de sistemas no están necesariamente asociados con el volumen de producción, aunque si es una característica más.

La selección de los sistemas de producción es de naturaleza estratégica y tiene gran importancia, ya que estas decisiones afectan a los costos, calidad, confiabilidad y flexibilidad de las operaciones. Comprometiendo a la empresa con equipo, instalaciones y un tipo específico de fuerza de trabajo, limitando las opciones estratégicas futuras. .

2.3.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS Y PRINCIPIOS DE LEAN CONSTRUCTION

2.3.3.1 PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LEAN

La filosofía Lean inicia con el desarrollo del Lean Production, que es un sistema de producción que se desarrolló en Japón luego de la segunda guerra mundial. El Lean Production o Sistema Toyota se desarrolló principalmente para empresas manufactureras y buscó producir a bajos costos pequeñas cantidades de productos variados bajo la teoría del desperdicio cero y mejora continua. Taiichi Ohno (1912-1990), creador del sistema Toyota, afirmaba que “en su empresa estudiaban la línea de tiempo desde que el cliente hacía el pedido hasta que la empresa recibía el dinero e iban reduciendo esa línea por medio de la eliminación de los desperdicios que no agregaban valor”. En general, las actividades se pueden separar en dos tipos: las que agregan valor al producto y las que no agregan valor al producto. Según se muestra en la figura 7:



Figura 7: Esquema de Tipos de Actividades

En el fondo, la esencia del sistema es eliminar o reducir al máximo cualquier elemento que no utilice lo mínimo absolutamente necesario de recursos, tiempo, espacio y esfuerzos para agregar valor al producto. La explicación a esto la da la teoría de flujos que considera la producción como un flujo de materiales y/o información desde las materias primas hasta el producto final. A su vez, la cadena

de producción está compuesta de conversiones y flujos. Las actividades de conversión son los procesos y las de flujos son la inspección, transporte y espera como se muestra en figura 8:

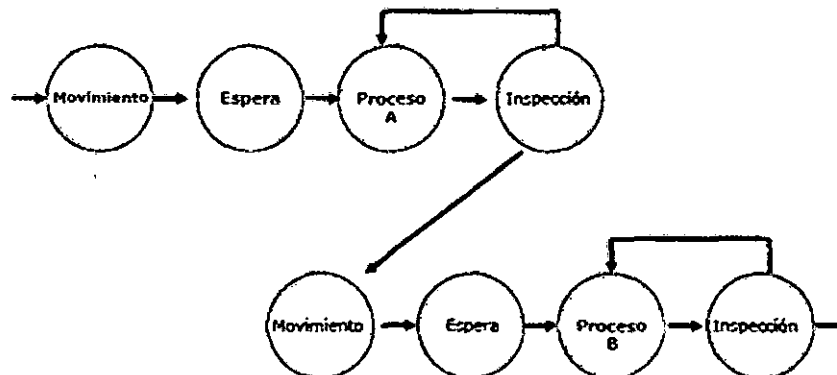


Figura 8: Esquema Conceptual de Lean Production

Las esperas no agregan valor al producto y, aunque a veces son inevitables y necesarias, hay que tratar de minimizarlas/eliminarlas.

El transporte no agrega valor al producto; pero es una actividad necesaria que hay que tratar de reducir, por lo que se debería buscar que no se transporte el material por distancias mayores a las necesarias.

El mejoramiento de actividades de flujo principalmente debería ser enfocado en su reducción o eliminación, mientras que actividades de conversión deben ser más eficientes⁹.

A. Lean Construction

Los principios del Lean Production fueron desarrollados pensando en la empresa manufacturera, por lo que no es fácil imaginar similitudes entre este ámbito y el de la construcción. El principio fundamental del Lean Production es la mejora continua (Kaizen) y que fue desarrollado por la cultura japonesa basado en la

⁹ VIRGILIO GHIO CASTILLO, Productividad en obras de construcción. Diagnóstico.

mentalidad oriental la misma que es más estructurada y continuamente buscan ideas para mejorar¹⁰.

La mayoría de las actividades que no agregan valor corresponden a actividades de flujo y existe la tendencia a pensar que la construcción es sólo una industria de conversión y no de flujo, descuidándose inmediatamente este aspecto y, por ende, no controlando las actividades que no agregan valor. **El Lean Construcción, considera a la producción ya no sólo como una transformación, sino que, como un flujo de materias primas para la obtención de bienes.**

La complejidad de la industria de la construcción también juega en contra para aplicar los principios del lean production. Cada proyecto de construcción es diferente y se desarrolla en un ambiente incierto.

El primer objetivo del Lean Construction es entender "La Física" de producción en la Construcción, los efectos de dependencia y la variabilidad a lo largo de las cadenas de actividades y el suministro de éstas¹¹.

La física de la construcción se refiere a la ciencia que describe los movimientos de las unidades de producción a través del proceso de construcción de la obra, por eso el efecto combinado de dependencia y variación, es el primer concepto del Lean Production que se toma, el mismo que indica que: Mientras mayor es la dependencia la variabilidad es mayor. Los principios Lean tratan de aislar al equipo de la dependencia, proporcionando una reserva adecuada de recursos

¹⁰ PORTAL DE INGENIERIA, Especial Lean Construction – Una nueva forma de ver la ingeniería.

¹¹ DANIELA ANDREA DÍAZ MONTECINO, Aplicación del sistema de Planificación 'Last Planner' a la construcción de un edificio habitacional de mediana altura.

para que así puedan acelerar o retardarse mientras que las condiciones lo requieren.

Para controlar la variabilidad se debe tener procesos fiables y usando procedimientos simples y estándares para poder pronosticar el desempeño. El problema es que en la construcción solamente se tiene cierta idea del contenido de trabajo de las actividades basándose en proyectos anteriores, lo que hace que la variabilidad sea algo inherente al proyecto de construcción. No se podrá eliminar, pero sí se debe tratar de atenuar lo más posible.

Hay un punto en que la industria y la construcción coinciden: ambas consideran como un aspecto de mejoramiento de producción la utilización de tecnología.

Basándose en las características antes mencionadas la teoría Lean Construction ayuda a mejorar el flujo de trabajo, reduciendo la variabilidad y la dependencia entre actividades. Es una nueva forma de administración de producción aplicada a la construcción, cuyas características esenciales son tener un sistema claro de objetivos para maximizar la satisfacción del cliente, usando un sistema de control desde el diseño hasta la entrega del producto.

Los principios heurísticos necesarios para diseñar, controlar y mejorar los procesos y flujo¹²:

1. Reducir las actividades que no agregan valor:
2. Incrementar el valor del producto a través de la consideración sistemática de los requerimientos del cliente
3. Reducir la Variabilidad
4. Reducir el Tiempo Del Ciclo

¹² JAVIER CANDO, Lean Construction en la Dirección de Proyectos.

5. Simplificar mediante minimización de los pasos, las partes y la necesidad de conciliar información y uniones.
6. Enfocar El Control del Proceso al Proceso Completo.
7. Introducir el Mejoramiento Continuo de Los Procesos.

El análisis de las causas de no cumplimiento de la planificación apunta a conseguir el mejoramiento de los procesos. Ver figura 9

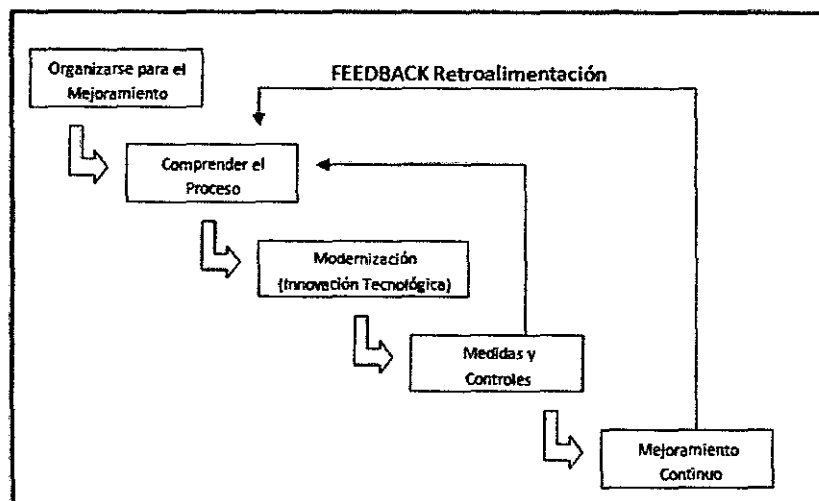


Figura 9: Esquema Conceptual de la Mejora Continua

Todos estos principios apuntan a una mejora en todo el proceso de producción y principalmente a eliminar todas aquellas actividades que no agregan valor al producto con el objetivo de lograr una cadena simple, con bajo tiempo de ciclo y uniforme.

B. Pérdidas

La nueva filosofía de "Construcción sin pérdidas" acepta el concepto adoptado por Ohno como: "Todo lo que sea distinto de la cantidad mínima de equipos, materiales, piezas, y tiempo laboral absolutamente esenciales para la producción" es pérdida.

Tomando como raíz su propio nombre “Construcción sin desperdicios”, obtiene un valor fundamental definir y caracterizar los tipos de desperdicio. Se definen 08 tipos de desperdicios¹³:

1. Desperdicio de la producción defectuosa.
2. Desperdicio de la sobreproducción.
3. Desperdicio en el procesamiento
4. Desperdicio de inventario.
5. Desperdicio del movimiento.
6. Desperdicios de espera.
7. Desperdicios provocados por escombros.
8. Desperdicio en dirigir y planear.

El enfoque en la productividad de la “Construcción sin Pérdidas” propone nuevas herramientas de diagnóstico, medición y mejoramiento para este propósito. Encuestas de detección a los capataces, métodos de muestreo del trabajo, registros de materiales y otras herramientas han sido desarrolladas para permitir la toma de decisiones para el mejoramiento de la productividad en la construcción. El principal objetivo de estas herramientas es reducir las demoras, interrupciones y mejorar el almacenamiento de recursos, la coordinación y la planificación en la construcción.

2.3.3.2 NIVELES DE PLANIFICACIÓN

Para enfrentar adecuadamente la incertidumbre presente en el sector de la construcción, se debe asignar en forma adecuada las responsabilidades, determinar cuál es la utilización más eficiente de los recursos asignados al proyecto y realizar un seguimiento adecuado a las actividades para poder tomar acciones correctivas a tiempo.

¹³ DANIELA ANDREA DÍAZ MONTECINO, Aplicación del sistema de Planificación 'Last Planner' a la construcción de un edificio habitacional de mediana altura.

A. ¿Qué es la Planificación?

Según la American Management Association la planificación consiste en “determinar lo que se debe hacer, cómo se debe hacer, qué acción debe tomarse, quién es el responsable de ella y por qué”. Por lo tanto la planificación consta de: **Planeamiento, Programación y Control**¹⁴. Ver figura 10:

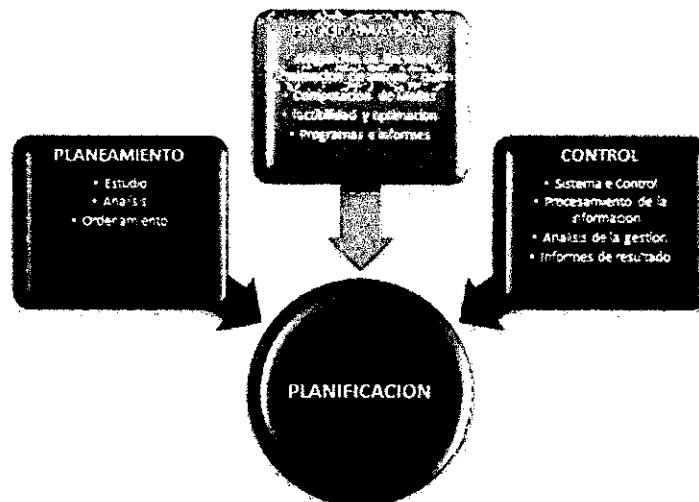


Figura 10: Esquema del Concepto de Planificación

El Planeamiento es una primera subdivisión del proyecto y busca determinar sus alcances. Se busca precisar en la forma más precisa posible las condiciones generales en las cuales se va a desarrollar la construcción del proyecto para establecer las metas y las directrices que orientarán la planificación (estudio). Luego establecer con la mayor precisión una subdivisión en actividades e hitos para establecer un plan de trabajo (análisis). Finalmente, determinar las relaciones de orden estricto entre las actividades (ordenamiento).

La programación es una etapa que está dirigida a evaluar los planes de trabajo escogidos determinando el tiempo total que podría demorar la obra, el costo de ella y los recursos que serían necesarios utilizar para cumplir con las metas señaladas.

¹⁴ DANIELA ANDREA DÍAZ MONTECINO, Aplicación del sistema de Planificación 'Last Planner' a la construcción de un edificio habitacional de mediana altura.

El Control, se debe realizar un seguimiento de la ejecución del proyecto para contar en forma oportuna de información sobre lo que está pasando en el proyecto. En la etapa se comparan los datos obtenidos con el programa marco y se toman las acciones para corregir las diferencias producidas. Las acciones que se tomen modificarán necesariamente el programa, lo que generará un proceso de actualización que dará como resultado el programa vigente.

Todas las etapas antes mencionadas son importantes y del grado de detalle con que se realice cada una dependerá el futuro de los proyectos.

B. Modelo Tradicional y Modelo “Lean”

En general, el modelo de planificación tradicional utilizado se basa en el concepto de transformación, ya que no considera todas las actividades de flujo que existen entre actividades de transformación. La idea se resume en que a lo planificado se le asignan recursos y la actividad se ejecuta según el programa realizado.

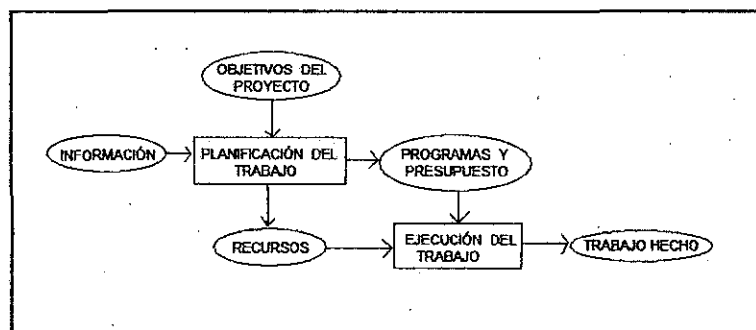


Figura 11: Esquema del Proceso de Planificación Tradicional

En el grafico anterior, los recursos se asignan a las actividades programadas; pero no se considera que hay actividades que no podrán ser realizadas aunque estén programadas. El problema de fondo es que no se está diferenciando lo que se puede hacer con lo que se debe hacer. Si se asigna recursos a lo que debe

hacerse, se comete un error y lo que hay que hacer es asignar los recursos a lo que puede hacer¹⁵.

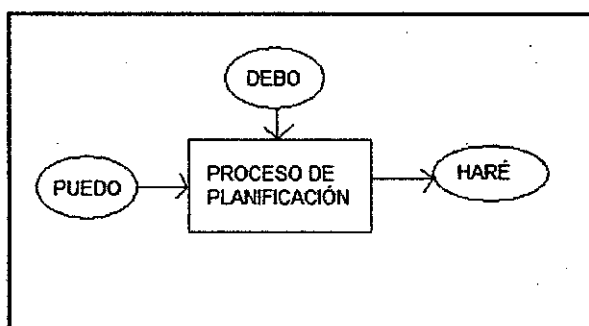


Figura 12: Proceso de Planificación propuesto en "Last Planner"

Considerar lo que se **puede** y lo que se **debe** hacer y en función de eso determinar lo que se **hará** privilegiando la productividad, es la base del sistema "Último Planificador" (Ver figura 12). Esta es una de las diferencias principales entre el método de planificación tradicional y el sistema estudiado.

Para la filosofía Lean la productividad y la producción deben ser controladas en forma adecuada para que se pueda obtener un sistema equilibrado. Es importante controlar la producción con respecto a lo programado y la productividad utilizando los recursos de manera inapropiada. El concepto de productividad se asocia tanto al proceso de conversión y de flujo, y ahí radica la principal diferencia que presenta el método de planificación tradicional con los principios Lean.

El modelo tradicional de producción se focaliza en el control del costo de las actividades con el objetivo de detectar y corregir las ineficiencias del sistema. La manera en que se disminuyen los costos asociados a las falencias detectadas es mediante la implementación de nueva tecnología. Este método es

¹⁵ VIRGILIO GHIO CASTILLO, Productividad en obras de construcción. Diagnóstico, crítica y propuesta

impuesto por la gerencia de la empresa y es responsabilidad del departamento de calidad. La producción al ser vista como un conjunto de conversiones y se considera que todas las actividades agregan valor al producto.

Por otro lado, la producción basada en los principios Lean Production se focaliza no sólo en el control, sino que también en la gestión y asesoramiento dirigido hacia la mejora del costo, tiempo y valor de los flujos con el objetivo de prevenir posibles fallas del sistema. Este método no es impuesto por nadie, sino que se aplica por el convencimiento y la participación voluntaria del equipo, por lo que la responsabilidad recae sobre todos los miembros de la empresa.

Sintetizando las diferencias entre los sistemas, se muestra la tabla 1:

Tabla 1: Diferencias Modelo Tradicional - Lean Construction

DIFERENCIAS	MODELO TRADICIONAL	LEAN CONSTRUCTION
Objeto	Afecta a productos y servicios	Afecta a todas las actividades.
Alcance	Actividades de control.	Gestión, asesoramiento y control.
Modo de aplicación	Impuestas por la gerencia	Por convencimiento y participación.
Metodología	Detectar y corregir.	Prevenir.
Responsabilidad	Del departamento de calidad.	Compromiso de todos los miembros de la empresa.
Clientes	Ajenos a la empresa.	Externos e internos.
Conceptualización de la producción	Consiste actividades de conversión y todas las actividades agregan valor al producto.	Consiste en actividades de flujo y hay actividades que agregan valor al producto o que no.
Control	Costo de las actividades.	Dirigido hacia el costo, tiempo y control de los flujos.
Mejoramiento	Implementación de nueva tecnología.	Reducción de las tareas de flujo y aumento de la eficiencia del proceso con mejoras continuas y tecnología.

2.3.3.3 DEFINICIÓN, TÉRMINOS Y PRINCIPIOS DEL “LAST

PLANNER”

El “Sistema del Último Planificador” (SUP) es posiblemente la técnica más divulgada dentro de la filosofía “Lean Construction”; está centrada en la fase de ejecución, concretamente en la obra (Ballard y Howell, 2003). Este sistema fue desarrollado en Estados Unidos por miembros del Lean Construction Institute (Ballard, 1994 y 2000; Ballard y Howell, 1998) y ha tenido una amplia difusión a nivel mundial. El SUP está especialmente diseñado para mejorar el control de la incertidumbre en las obras; esto se consigue aplicando acciones concretas en los diferentes niveles de la planificación¹⁶.

La construcción requiere planificación por diferentes personas, en diferentes puestos de la organización, y en momentos diferentes del ciclo de vida de la obra. El proceso de aplicación del sistema se realiza de la siguiente forma:

1. Revisión del plan general de la obra (programa maestro)
2. Elaboración del programa de fase en el caso de proyectos complejos.
3. Elaboración de la planificación intermedia (entre 1 - 3 meses).
4. Elaboración de la planificación semanal.
5. Reuniones de los últimos planificadores para verificar el cumplimiento del plan semanal, detectando las causas de no cumplimiento de lo planificado y estableciendo el plan de la siguiente semana.

La confiabilidad del plan se mide en términos del Porcentaje del Plan Completado (PPC), al final de semana. Las causas de los fallos de cumplimiento se investigan semanalmente con volver a incurrirlas. La

¹⁶ DANIELA ANDREA DÍAZ MONTECINO, Aplicación del sistema de Planificación 'Last Planner' a la construcción de un edificio habitacional de mediana altura.

confiabilidad de la planificación está directamente relacionada con la productividad.

La metodología aplicada por el SUP se resume visualmente en el siguiente epígrafe, ver figura 13:

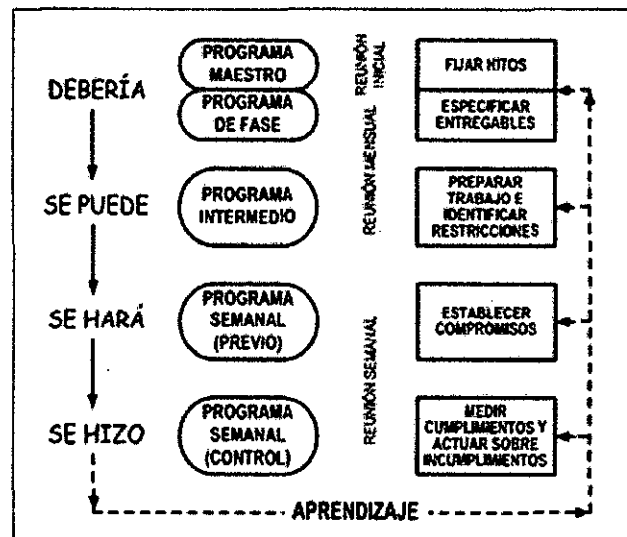


Figura 13: Metodología aplicada por "Last Planner"

A. Programa Maestro

Los proyectos de construcción, tienen una planificación general o también llamado programa maestro, el cual se desarrolla según los objetivos generales que hayan sido planteados en el programa inicial. Este programa le pone fechas a los objetivos planteados, es decir, establece las metas del proyecto. Recordar que las actividades de duración despreciable son consideradas como acontecimientos. El programa maestro sirve para identificar los hitos de control del proyecto.

B. Planificación Intermedia – LookAhead

La planificación intermedia es un intervalo de tiempo en el futuro que permite tener una primera idea de qué actividades serán programadas, para lo cual se

debe coordinar todo lo necesario para que una actividad se pueda realizar, como lo son el diseño, los proveedores, la mano de obra, la información y los requisitos previos. Algunas funciones de la planificación intermedia son:

- Equilibrar carga de trabajo y capacidad.
- Revisar la secuencia de actividades (mayor detalle).
- Desarrollar detalladamente los métodos de ejecución.
- Mantener un listado de actividades listas para ejecutar.

Uno de los principios fundamentales del sistema “Último Planificador” es el control del flujo de trabajo. El control del flujo de trabajo controla el traspaso de los trabajos desde una unidad de producción a otra. La responsabilidad de este control recae sobre esta etapa de planificación intermedia. Una vez que se tiene identificado el horizonte de trabajo (mínimo 4 semanas), se debe desglosar el programa marco y determinar qué actividades se deben realizar durante este tiempo. En cada una de las actividades, se debe identificar qué factores impiden que la actividad pueda ser realizada. A estos factores se le llama restricciones. (Diseño, Materiales, Mano de Obra, Equipos y Herramientas, Prerrequisitos, Controles de Calidad). A cada actividad se le asigna un responsable de ejecución y un responsable de seguimiento. Ambos deben liberar las restricciones de la actividad para que pueda ser ejecutada según lo programado. Si no existiera la revisión de las restricciones para cada actividad, se asumiría que todos los requisitos para ejecutarla estarán disponibles, lo cual casi nunca ocurre en una obra de construcción, consecuente se incurre retrabajos y reprogramación¹⁷.

¹⁷ PABLO ORIHUELA, Aplicación de la Teoría de Restricciones a un proceso constructivo.

C. Inventario de Trabajos Ejecutables (ITE).

Cuando se libera de restricciones a alguna actividad, esta actividad pasa inmediatamente a una lista de actividades que se pueden ejecutar. Esta lista es el llamado inventario de trabajos ejecutables. En esta etapa, se pasa desde las actividades que se deben hacer, hacia las actividades que se pueden hacer. En el ITE no sólo pueden haber tareas de las semanas futuras, sino que también puede haber tareas que se debían o podían haber ejecutado en la semana en curso; pero que no lo hicieron al no ser consideradas en las asignaciones semanales. La idea es mantener un ITE que asegure un trabajo realizable por unidades con el doble de capacidad que las que se tienen efectivamente en obra, esto con el objetivo de no tener nunca unidades ociosas.

D. Planificación Semanal

El objetivo de este último nivel de planificación es controlar a la unidad de producción y lograr progresivamente asignaciones de mayor calidad a través del aprendizaje continuo y acciones correctivas. El control de producción, depende de la calidad de las asignaciones hechas por el último planificador sus características:

1. Actividades bien definidas, sin ambigüedades.
2. Secuencia de actividades lógica (orden de prioridad y ejecución).
3. Cantidad de trabajo proporcional a la capacidad de producción.
4. Los prerequisites de las actividades deben haber finalizado.

Asignación de calidad es escoger qué trabajo será realizado en la próxima semana desde las actividades del ITE (Proteger de incertidumbres al flujo).

La retroalimentación es una parte fundamental. La medición del porcentaje de plan cumplido (PPC) es un indicador de la calidad de las asignaciones de trabajo. El PPC es el número de actividades completadas que fueron programadas divididos por el total de actividades programadas para la misma semana, todo esto expresado como porcentaje. La actividad se considera como completada sólo si se ha finalizado.

Es una poderosa herramienta para identificar los focos que pueden servir como mejoras al sistema e implementar soluciones para generar un flujo de trabajo continuo.

Entre las causas de no cumplimiento de la programación semanal se pueden encontrar las siguientes razones:

- Falla en sistemas de información.
- Falla en aplicar los criterios de calidad mencionados.
- Cambio en las prioridades de la obra.

Cualquiera sea el motivo de no cumplimiento, lo importante es aprender de él para no volver a repetirlo en el futuro.

Hay un punto muy importante que se puede observar en este nivel de planificación, es el nivel de compromiso que debe tener el grupo de trabajo con la implementación del sistema "Último Planificador". En la medida que no haya un compromiso real de parte del equipo, no será posible implementar exitosamente este sistema.

Finalmente, en la figura 14 se muestra un esquema en donde se resumen todos los conceptos y etapas del sistema de planificación "Último Planificador".

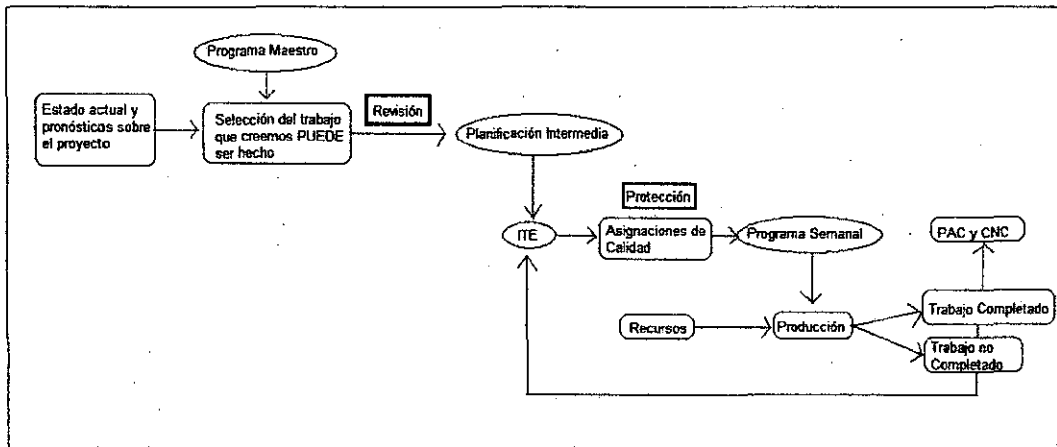


Figura 14: Resumen Sistema "Último Planificador"

2.3.3.4 PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

La Productividad se define como la eficiencia en el uso de los recursos. Es el resultado de un flujo productivo continuo, una buena programación, una alta confiabilidad y la optimización de los recursos utilizados en los procesos constructivos.

El Control de Productividad es el proceso a través del cual se mide la eficiencia de la ejecución lograda, se analiza la información y se identifican las acciones posibles para mejorarla, dentro de un proceso de Mejora Continua.

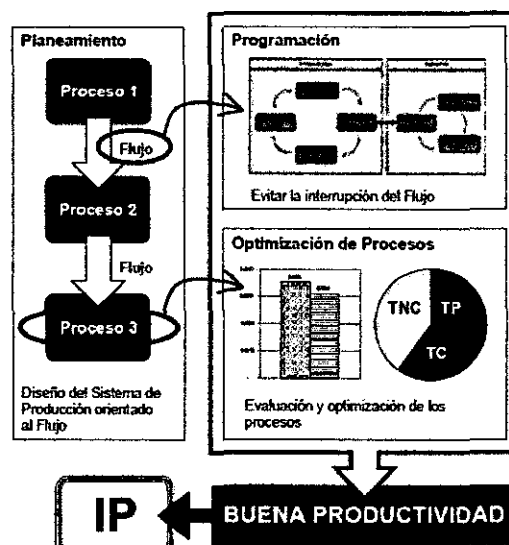


Figura 15: El Control de Productividad como herramienta de Optimización de Procesos.

El proceso de control de productividad se inicia junto con el proceso de programación (figura 15), con la evaluación de las primeras actividades de construcción ejecutadas, y se extiende a lo largo de todo el proyecto. Los resultados del control de productividad deben ser presentados y analizados por el proyecto a través de las reuniones de producción, ya que representan la medición de la eficiencia obtenida en la ejecución del plan a través del proceso de programación. Los resultados del control de productividad son fuente de información para la identificación de oportunidades de mejora en la ejecución y para la toma de acciones orientadas a su implementación.

2.3.3.4.1 ESTUDIOS DE PRODUCTIVIDAD

Toda operación de construcción es susceptible de ser mejorada ya sea al inicio de la misma o durante su ejecución. Dentro de un proceso de mejora continua, se debe buscar la optimización de los procesos constructivos a lo largo de todo el tiempo que dure el proyecto. Con el fin de optimizar un proceso constructivo, el estudio de productividad se enfoca en reducir los tiempos improductivos (esperas, viajes con las manos vacías, tiempos ociosos, etc.), las interferencias con otras actividades, el uso inadecuado de equipos, etc.

El estudio de tiempos o estudio del trabajo es una técnica proveniente de la industria manufacturera para el análisis de operaciones, con el objeto de mejorar la productividad. La construcción tiene varias preocupaciones comunes con las de la industria manufacturera, como son:

- Uso correcto del recurso humano.
- Mejor utilización y mantenimiento posible de los equipos.
- Transporte y distribución eficiente de los materiales.
- A través de un estudio de tiempos se puede lograr:

- Aumentar la eficiencia de los métodos de trabajo.
- Obtener la máxima utilización de equipos.

A continuación se exponen los pasos a seguir para elaborar un estudio de productividad:

a) Realizar un seguimiento en campo del proceso constructivo, recogiendo algunos datos como:

- La secuencia real que sigue el proceso constructivo en análisis (no aquella que se cree que se está aplicando).
- Tiempos muertos del personal obrero.
- Recoger opiniones y sugerencias del personal obrero respecto de las causas que producen tiempos muertos, y que han sido identificadas por ellos mismos.
- Grado de utilización de los equipos.
- Principales problemas observados que paralizaron los trabajos.
- Layout de distribución del personal y los equipos.

b) Luego de haber examinado la operación en campo, se debe proponer hacer un análisis más formal de los problemas detectados mediante un Estudio de Tiempos o Estudio del Trabajo. Con este análisis se podrá cuantificar la magnitud de las pérdidas y de las oportunidades.

1. Proponer alternativas de mejora y probarlas. Para realizar un estudio de tiempos se pueden usar varias técnicas, entre ellas se proponen las siguientes, que destacan por su simplicidad e impacto:

- Mediciones de nivel general de actividad.
- Cartas balance.
- First Run Studies.

A. Mediciones de Nivel General de Actividad

Es una herramienta estadística que se usa para determinar el nivel general de la actividad en un sector, frente o en todo el proyecto, en términos de la división de trabajo. Muestra cómo se ocupa el tiempo durante el desarrollo de los procesos de construcción, separando el trabajo en categorías: trabajo productivo, contributorio y no contributorio.

- Trabajo Productivo (TP), es el que aporta directamente a la Producción.
- Trabajo Contributorio (TC), es el relacionado a las actividades necesarias indirectamente para que pueda realizarse el Trabajo Productivo.
- Trabajo No Contributorio (TNC), es el que no es ni producción ni apoyo.

Es útil cuando se quiere cuantificar situaciones que, de acuerdo a la simple observación, parecen ser “pérdidas”, tales como: viajes, esperas, etc. También es útil para establecer un benchmarking interno, midiendo el impacto de los cambios o mejoras hechas a los procesos constructivos¹⁸.

B. Cartas Balance

Es una herramienta estadística que permite describir detallada y formalmente el proceso de una operación de construcción, ayudando a analizar el método usado y a determinar la cantidad de obreros más adecuada para la cuadrilla. También, con la utilización de esta herramienta, se obtiene información para el análisis de los rendimientos.

La carta de balance es un gráfico de barras verticales que tiene como ordenada el tiempo, y en la abscisa se indican los recursos (obrero, equipos, etc.) que participan en la actividad que se estudia, asignándole una barra vertical a cada

¹⁸ GyM S.A., Manual de Gestión de Proyectos.

recurso. Cada barra se subdivide para mostrar el tiempo dedicado a cada uno de los diferentes tipos de actividades que se realizan.

El objetivo de esta técnica es analizar la eficiencia del método constructivo empleado, más que la eficiencia individual de los obreros. Las vías para mejorar la eficiencia del grupo de trabajo son la reasignación de tareas entre sus miembros o la modificación del tamaño del grupo que conforma la cuadrilla.

C. First Run Studies

Es una metodología utilizada para establecer metas de producción. Consiste en el análisis detallado de un proceso constructivo, llevando a cabo un ensayo o práctica del proceso en condiciones ideales. Sus objetivos principales son ayudar a establecer la productividad meta e identificar todas las restricciones.

Después de los estudios de productividad y haber detectado los principales problemas e ineficiencias del proceso constructivo, se deben plantear alternativas de mejoras a los métodos de trabajo observados. La manera de lograr una mejora en el proceso es mediante el siguiente proceso iterativo:

1. Plantear alternativas de mejora.
2. Probar o implementar las alternativas planteadas.
3. Describir y medir los resultados obtenidos en los primeros ciclos.
4. Discutir los resultados obtenidos con el equipo de Proyecto y proponer cambios a las alternativas de mejora.
5. Probar las alternativas de mejora cambiadas en los siguientes ciclos.

Una alternativa común consiste en el uso del Tren de Actividades para mejorar el diseño del proceso. Debido a la naturaleza repetitiva de las labores programadas por este método, se logra aprovechar los efectos de la curva de aprendizaje.

3 VALORACIÓN Y RESULTADOS EN LA IMPLEMENTACIÓN: OBRA 1757: CENTRAL HIDROELÉCTRICA CERRO DEL ÁGUILA - 510 MW.

ANÁLISIS DEL PROBLEMA

En la cada vez más competitiva industria de la construcción, resulta imperativa la implementación de mecanismos de control y seguimiento que comulguen con una la filosofía que GyM ha venido insertando en sus proyectos. En el presente informe se enfoca y realza las alternativas de solución implementadas en el proyecto Cerro del Aguila en cuanto a la:

1. Gestión del Costo
2. Gestión del Tiempo
3. Gestión de la Productividad
4. Gestión de Administración de Subcontratos

3.1 ALCANCE: DEFINICIÓN DEL PROYECTO

En este proyecto se definió el alcance considerando el "Contrato Llave en Mano de Ingeniería, Adquisición y Construcción para La Central Hidroeléctrica Cerro del Águila" celebrado el 04 de Noviembre del 2011 entre Cerro del Águila S.A. y el Consorcio Rio Mantaro., el resumen del contrato se muestra en la tabla 2:

Tabla 2: Resumen de Alcances Contractuales

DEFINICIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO: Central Hidroeléctrica Cerro del Águila - 510 MW		Proyecto N°: 1757
Información General		
Cliente: Cerro del Águila S.A. Contratista: Consorcio Rio Mantaro (Astaldi S.p.A. - GyM S.A.) Ubicación: Huancavelica, Tayacaja (Surcubamba, Colcabamba) Modalidad de Contrato: EPC Llave en mano - Suma Alzada Monto Contractual: USD 701'692,382.00 Supervisión: Cerro del Águila S.A. Ingeniería: Lombardi Ingenieros Consultores S.A.		
Objetivos del Proyecto		

Realizar la Ingeniería de detalle, Procura y Construcción de la Central Hidroeléctrica Cerro del Águila que tendrá una capacidad de 510KW	
Descripción del Proyecto	
<p>El proyecto contempla:</p> <p>Construcción de caminos y accesos 150 km de mejoramiento y 35 km de caminos nuevos</p> <p>Presa, Toma y desarenadores</p> <p>Túnel de conducción de 5.5 km</p> <p>Túnel de desvío de río 400 m</p> <p>Túnel de chimenea de equilibrio superior 775 m</p> <p>Túnel de chimenea de equilibrio inferior 632 m</p> <p>Pique vertical de 246 m</p> <p>Casa de máquinas en cavema</p> <p>Montaje mecánico de equipos hidroneumáticos y de generación</p> <p>Línea de media tensión 45 km</p>	
Alcance del Proyecto	
Dentro del Alcance	Fuera del Alcance
Los Derechos de Servidumbre y/o adquisición del terreno y/o los permisos requeridos para las Rutas de Acceso serán de exclusiva responsabilidad del Contratista.	El Propietario será responsable de adquirir el terreno y/o establecer los Derechos de Servidumbre sobre todas las áreas que constituyen las Áreas del Proyecto
Plazos Contractuales	
Inicio Contractual: 04/11/2011	
Fin Contractual: 19/02/2016	
Plazo: 51 Meses	
Supuestos	
Para asegurar el correcto flujo de caja se cuenta con que los pagos se realicen cumpliendo los 60 días de plazo contractual para cada valorización	
Se cuenta con un presupuesto asignado de: USD 701'692,382.00 (Sin IGV)	
Se cuenta con todos los terrenos saneados para la construcción del proyecto.	
Factores de Riesgo	
Para la correcta culminación de las Obras de Presa se tiene el riesgo del crecimiento desmedido de caudal en el río Mantaro en temporada de lluvias.	
Posibles conflictos sociales con poblaciones inmersas en la Construcción de la Obra.	
Posibles Interrupciones de caminos de acceso por Huaycos.	
Penalizaciones por plazo y performance.	
Stakeholders	
Capitales Israelís – Kallpa	
Población de Huancavelica, Tayacaja (Surcubamba, Colcabamba)	
Empresa Generadora de Energía Eléctrica - Cerro del Águila S.A.	
Población nacional en general que será beneficiada con el servicio de Energía Eléctrica	
Consorcio Río Mantaro	
* Empresa Graña y Montero (GyM) y Empresa Astadi Spa	
Hitos principales	
Inicio 1° desvío del Río Mantaro en Obras de Presa – 02.05.13	
Inicio Actividad Frente CDM – 14.06.12	
Inicio Actividad Frente PRESA – 31.05.12	
Fin 1° Fase de Hormigonado PRESA – 14.02.14	
Fin 2° Fase de Hormigonado PRESA – 19.06.14	
Inicio Construcción CDM – 19.08.13	
Fin Túnel Acceso principal – 23.08.14	
Comienzo actividades electromecánicas – 06.02.14	

3.1.1 DESCRIPCIÓN DE OBRAS CIVILES

El Consorcio Rio Mantaro fue adjudicado para la ejecución de la Central Hidroeléctrica Cerro del Águila de 510 MW, este es un Proyecto EPC - Llave en mano y a suma alzada, que comprende la elaboración de la ingeniería de detalle, construcción, puesta en marcha; actualmente el proyecto presenta el siguiente estatus de ejecución:

- Ingeniería – Proceso de Desarrollo de Ingeniería de Detalle.
- Procura – Inicio de Compra y Llegada de Equipos Hidromecánicos.
- Construcción – Se Culminó los trabajos de Accesos a los Frentes de Presa (ODP) y Casa de Maquinas (CDM), habilitación de los campamentos provisionales y definitivos, última fase de las obras Subterráneas en ambos frentes, inicio de fase de vaciados de Presa y montaje Electromecánico en Casa de Maquinas.

Dado que el proyecto se encuentra en ejecución y definición de ingeniería al cierre del presente informe y por políticas de la empresa no se puede brindar información detallada, por lo que se describirá a nivel macro el alcance del proyecto, el mismo que está dividido en 02 grandes frentes de trabajo por su ubicación geográfica y estrategia de ejecución: obras de presa y casa de máquinas.

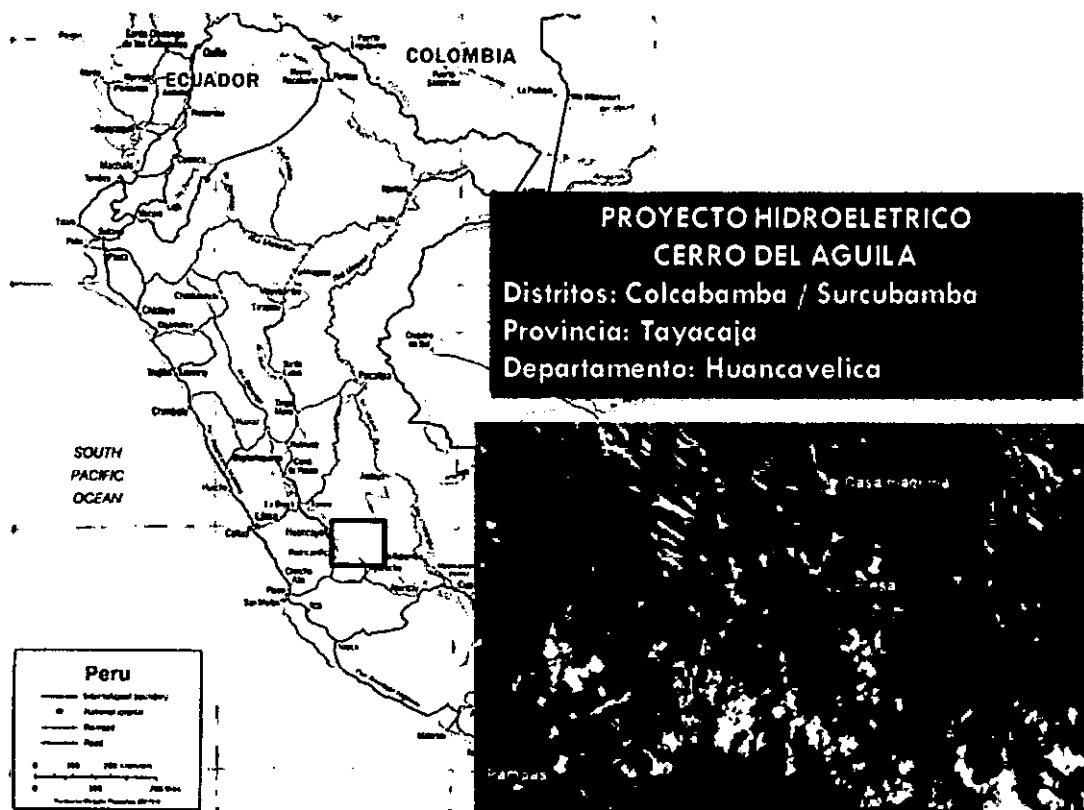


Figura 16: Ubicación satelital de los frentes de trabajo

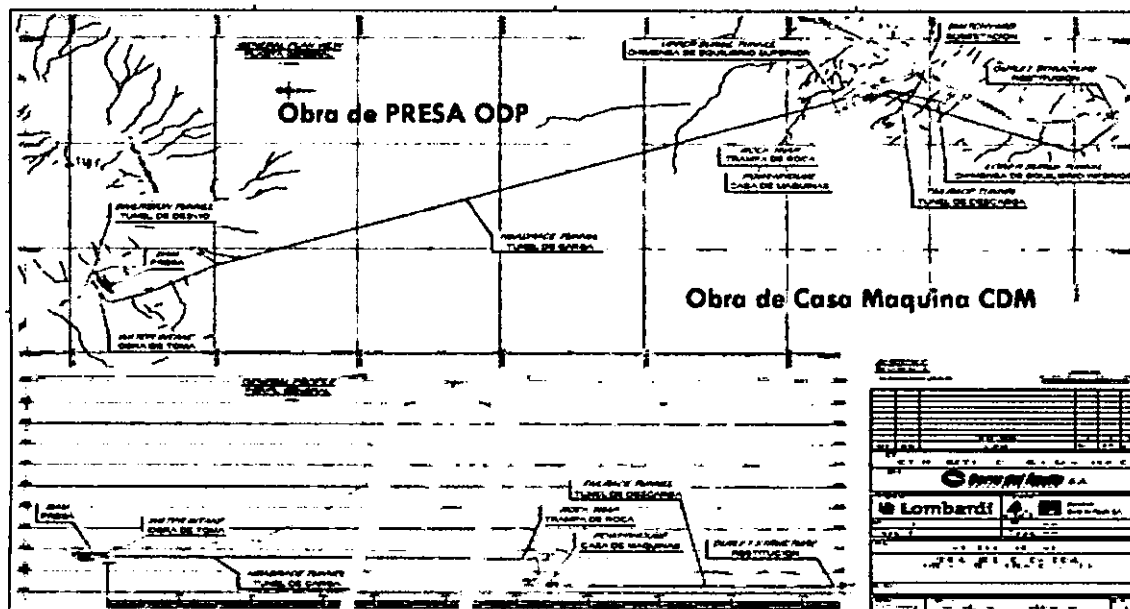


Figura 17: Layout General de Obra

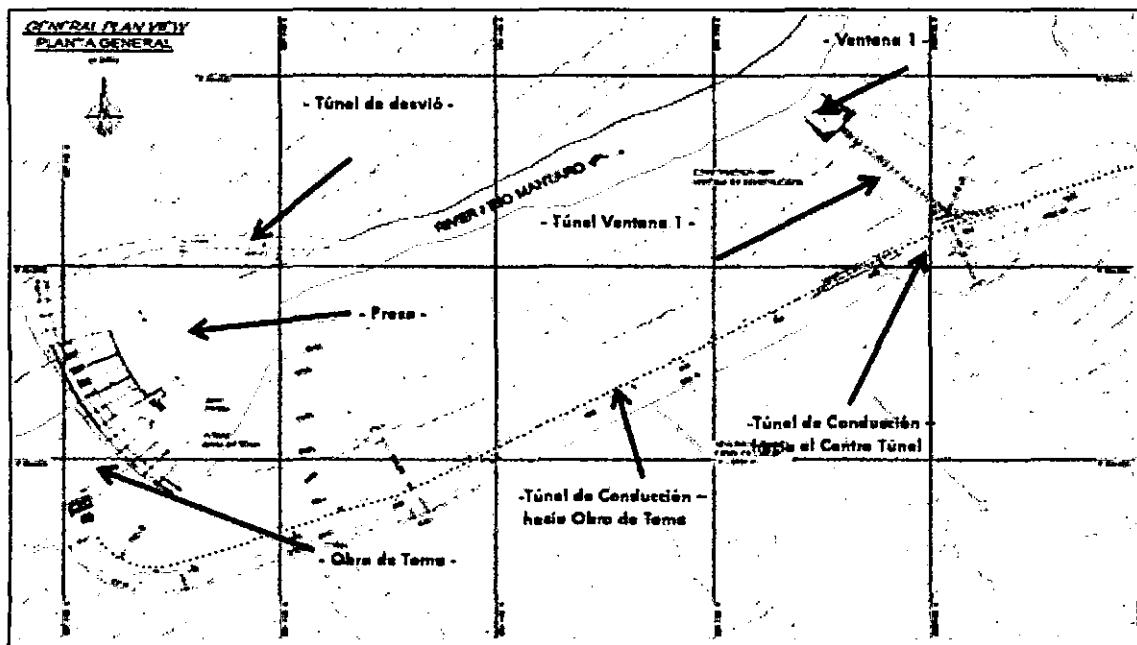


Figura 18: Layout de Obras de Presa

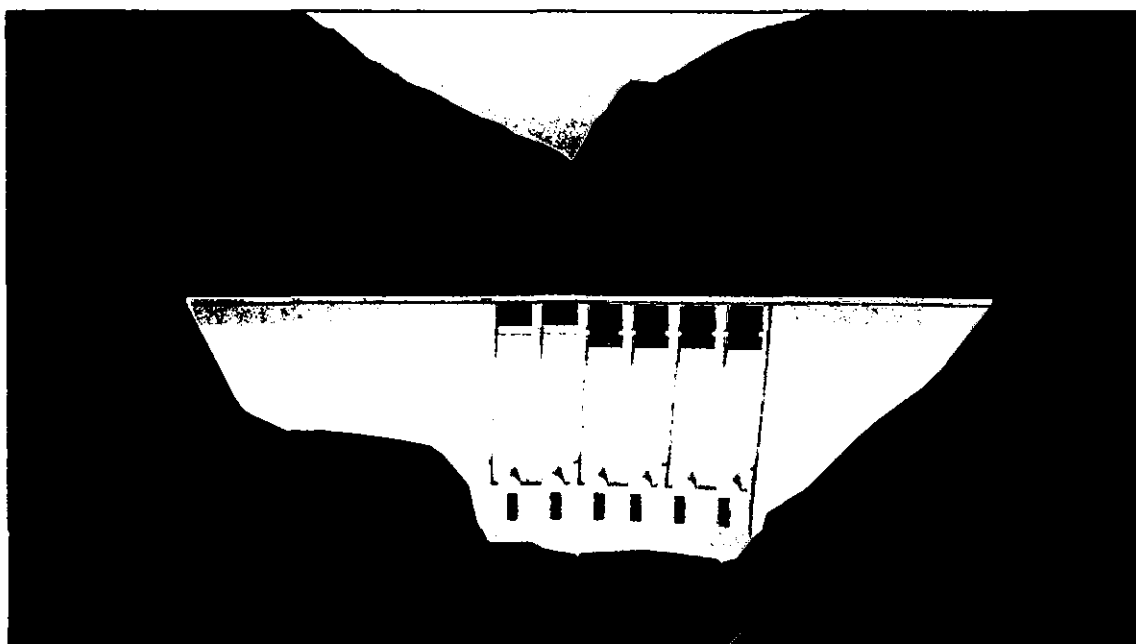


Figura 19: Modelamiento de Presa de Concreto

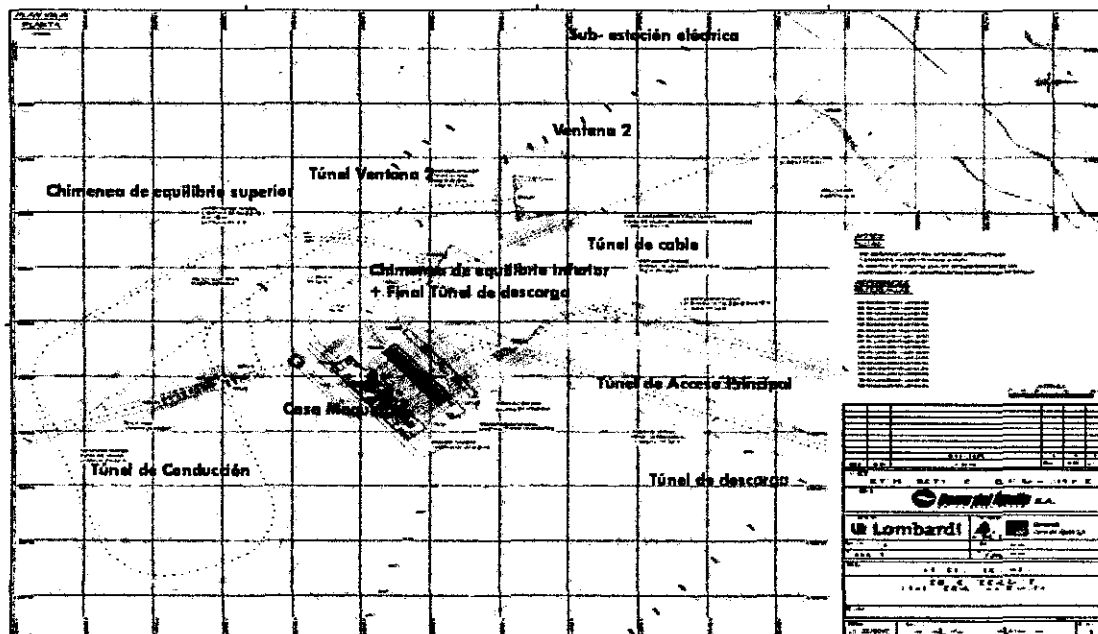


Figura 20: Layout de Obras de Casa de Maquinas

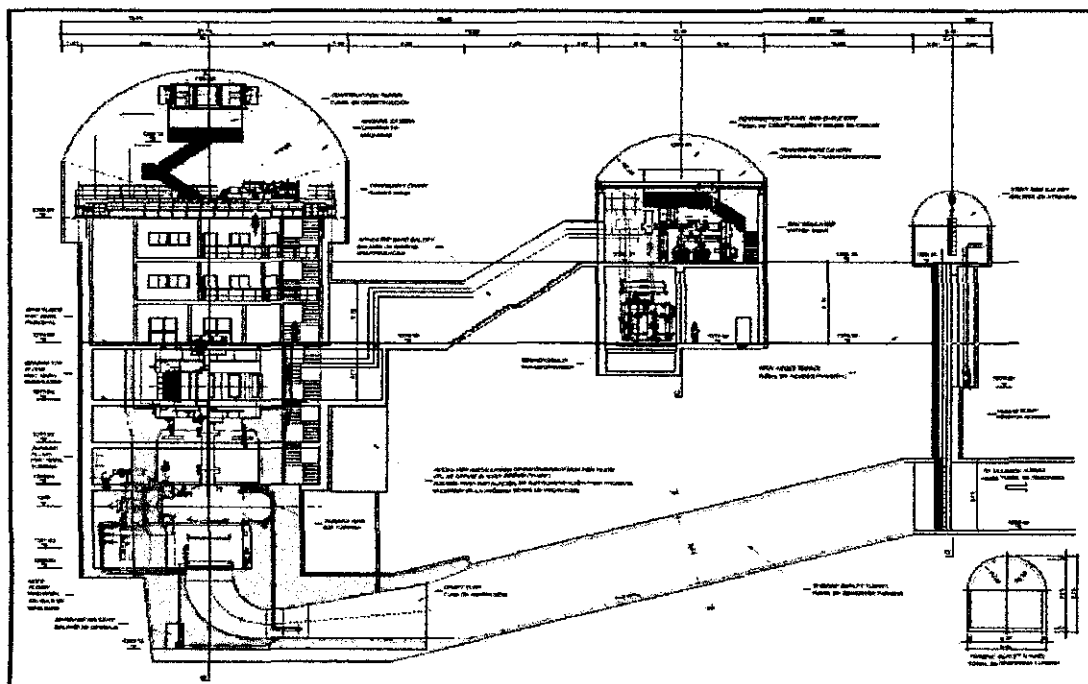


Figura 21: Sección Transversal de Casa de Maquinas

ALCANCE DE LAS OBRAS:

Recibida la información del alcance del proyecto, se definió a nivel macro las actividades generales a desarrollar, esta información sirvió para dar a conocer a los integrantes de áreas claves sobre los compromisos contractuales.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO:

- Caminos y accesos: 150 KM de mejoramiento y 35 KM de caminos nuevos.
- Obras Preliminares: Campamentos por 30,582 m²
- Toma y desarenadores: 56,000 m³ concreto.
- Presa: 264 m x 80 m: 355,000 m³ concreto.
- Túnel conducción 5.5 KM Sección herradura de 92 m².
- Túneles de desvío de río de 400 m y 11 m de diámetro.
- Túnel de chimenea de equilibrio superior: 775 ml.
- Túnel de chimenea de equilibrio inferior: 632 ml.
- Pique vertical de 246 ml.
- Casa de máquinas en caverna de 88 m x 20 m x 31 m – 10,200 m³ concreto - 03 Turbinas Francis de 170 MW = 510 MW + Mini hidroeléctrica 10 MW (adicional)
- Suministro, Transporte y Montaje de equipos hidromecánicos.
- Línea de media tensión 45 KM de 220 KV.

3.2 GESTIÓN DEL COSTO: CONTROL DE COSTOS

En este ítem se describe la metodología de Costos utilizada para establecer la línea base del control de los resultados del proyecto.

Describe también las dificultades y soluciones que se dieron debido a la diferencia entre los conceptos y términos utilizados al momento de presupuestar el proyecto y cuando realmente inició la ejecución del mismo.

La gestión de los costos de un proyecto incluye los procesos involucrados en la planificación, estimación y preparación del presupuesto meta así como control de costos de forma que el proyecto cumpla con finalidad de ser rentable.

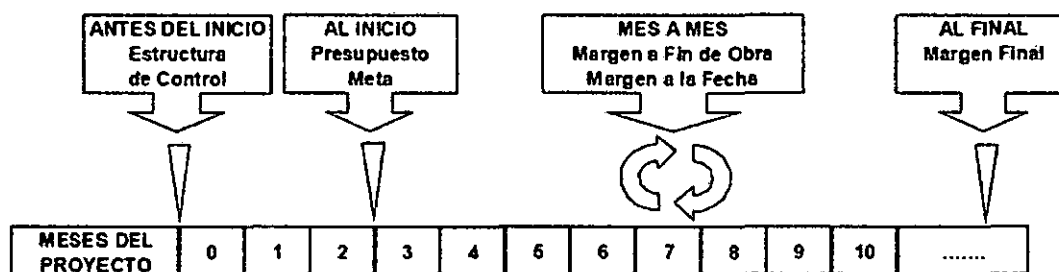


Figura 22: Procesos de Control de Costos

El **presupuesto meta**, es el documento en el cual queda plasmado el resultado previsto en lo referente a costos del proyecto, se elabora tomando como base el presupuesto original de adjudicación; las consideraciones asumidas inicialmente y el planeamiento diseñado durante la etapa de licitación son actualizadas a través del análisis de las condiciones reales del proyecto. El análisis debe incluir una estimación económica de los riesgos y oportunidades asumidos por el proyecto, de modo que se tenga la mejor proyección del resultado posible, como todo presupuesto está compuesto por una venta, un costo y un resultado. Ver Fig. 23:

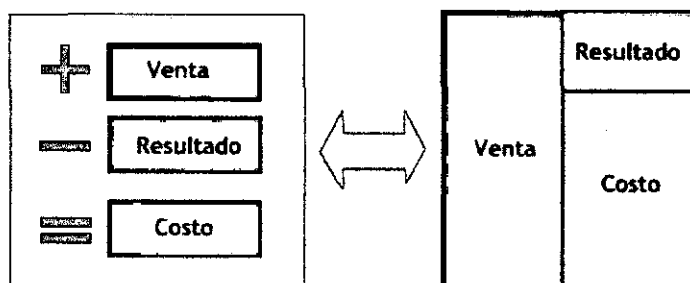


Figura 23: Esquema de Venta, costo y resultado en un presupuesto

1. **Venta Meta:** Es la estimación de la venta más probable a fin de Proyecto, la cual no será necesariamente igual al monto contratado. Su cálculo incluye la actualización de las cantidades, estimado por adicionales y trabajos nuevos no considerados en el presupuesto inicial pero que están dentro del alcance contractual.

2. **Costo Meta:** Es la estimación del costo más probable a fin de Proyecto, el cual no será necesariamente igual al costo original. Es el costo correspondiente a la Venta Meta, y para su cálculo se realiza la revisión de cantidades, procesos constructivos, rendimientos, productividades, tarifas, cuadrillas y en general la cuantificación en términos monetarios del uso de todos los recursos necesarios para cumplir con el alcance. El costo total es la suma del Costo Directo y Costo Indirecto. Además, se debe considerar una provisión de costo por concepto de Contingencias, según el Análisis de Riesgos del Proyecto.

3. **Resultado Meta:** El resultado es el monto resultante de la diferencia entre la venta meta y el costo meta. El resultado expresado como porcentaje de la venta es el Margen Meta. El objetivo económico del Proyecto se fija en términos del Margen Meta.

Al inicio del proyecto se trabajó junto con el Ing. responsable de Control de Costos en el presupuesto Oferta para disgregarlo según las metodologías de los socios: Naturalezas (Astaldi) y Rubros (GyM), establecer el WBS (Estructura de Descomposición del Trabajo), formular el presupuesto para actualizar conceptos y finalmente dejar sentado las bases para la obtención del presupuesto Meta.

Como punto de partida se tiene un presupuesto Oferta de **USD 678'966,110**.

A continuación se muestra como se realizó el análisis del presupuesto contractual con la finalidad de identificar las principales fortaleza/debilidades y así establecer un adecuado control de costos mediante la elaboración del presupuesto meta.

PRESUPUESTO OFERTA

El presupuesto por el cual fue adjudicado el proyecto al Consorcio Rio Mantaro (Astaldi – GyM) se descompone de la siguiente manera según la Tabla 3 considerando las macro actividades:

Tabla 3: Presupuesto Ofertado Central Hidroeléctrica Cerro del Aguila

DESCRIPCION	TOTAL US\$
Engineering and investigations	19,810,800
Roads & temporary facilities on	58,585,080
Civil works for Dam	109,793,457
Power house	183,460,723
El.M. Hydraulic steel structure	18,486,000
Switchyard transmission line	11,676,000
Health, safety, enviromental	6,885,240
Permanent operator's village	4,447,976
Installation tests commission	4,865,000
Contractor's supervision & management (***Costo Indirecto)	81,429,362
TOTAL COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO US\$	499,439,638
Amortizacion complementaria de equipos	8,967,148
TOTAL COSTOS US\$	508,406,786
CAPELLO	
Subtotal	169,559,324
Monto agregado en el Cierre	1,000,000
TOTAL OFERTADO US\$ (sin iGV)	678,966,110

Una de las primeras funciones realizadas fue la disgregar el presupuesto según la metodología de costos de los socios y así elaborar los reportes compatibilizados a cada empresa socia bajo el esquema de la figura 24:

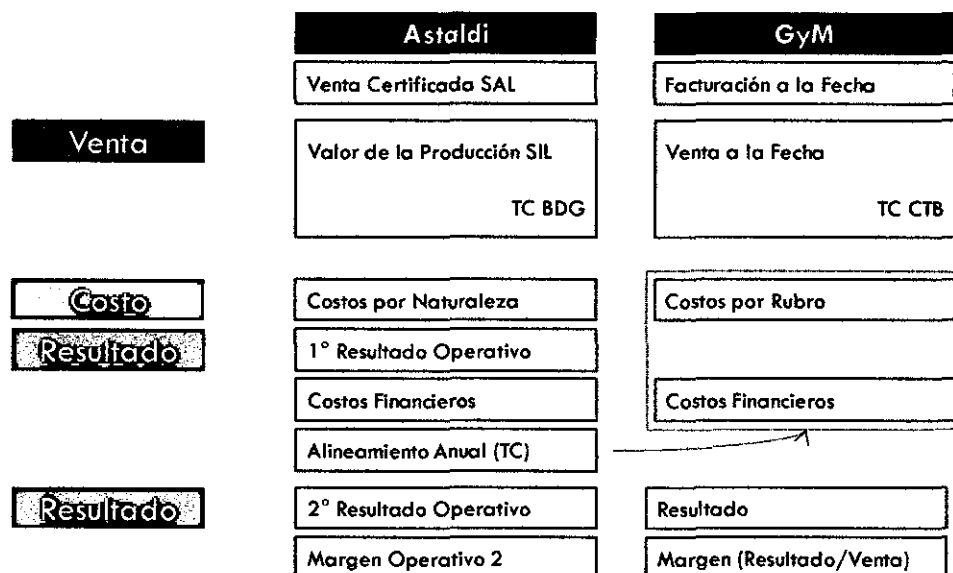


Figura 24: Esquema Control de Costos de los Socios: ASTALDI - GYM

REPORTE ASTALDI, El primer caso corresponde en distribuir de acuerdo a las “naturalezas de costos” esta metodología es la manejada por el socio del consorcio y en base al cual fue elaborado y presentado el presupuesto oferta.

COMPONENTES DEL PRESUPUESTO:	
COSTO DIRECTO + INDIRECTO	CAPPELLO
<div> <div>VENTA CONTRACTUAL</div> <div> <div>OBREROS LOCALES</div> <div>MATERIALES</div> <div>ALQUILERES</div> <div>DEPRECIACIÓN FISCAL</div> <div>SUBCONTRATOS</div> <div>TRANSPORTE</div> <div>SERVICIO DE TERCEROS</div> <div>PRESTACIONES TÉCNICAS</div> <div>GASTOS DE GESTIÓN</div> <div>GASTOS GENERALES</div> <div>SEGUROS</div> <div>GARANTÍAS</div> <div>IMPUESTO INDIRECTO</div> <div>RIESGO Y OPORTUNIDAD</div> </div> </div>	<div> <div>MAQUINARIA DE PRELACIONES</div> <div>RIESGO Y OPORTUNIDAD</div> <div>TRANSPORTE</div> <div>RIESGO TECNICO</div> <div>SEGUROS</div> <div>GASTO FINANCIERO</div> <div>GARANTÍAS Y FIANZAS</div> <div>ADUANA</div> <div>BANCO</div> <div>GASTOS SINDICAT</div> <div>UTILIDAD A LA VENTA</div> <div>UTILIDAD NETA</div> </div>
US\$ 508,406,786.00	US\$ 170,559,324.00
US\$ 678,966,110.00	

Figura 25: Disgregado de Costo según ASTALDI Vs Ppto Oferta

Entonces se observó en la Fig. 25, la metodología del costo de ASTALDI se facilita la relación de cada naturaleza de costo con los conceptos del Costo Total para obtener su Utilidad y margen (%), ver figura 26:

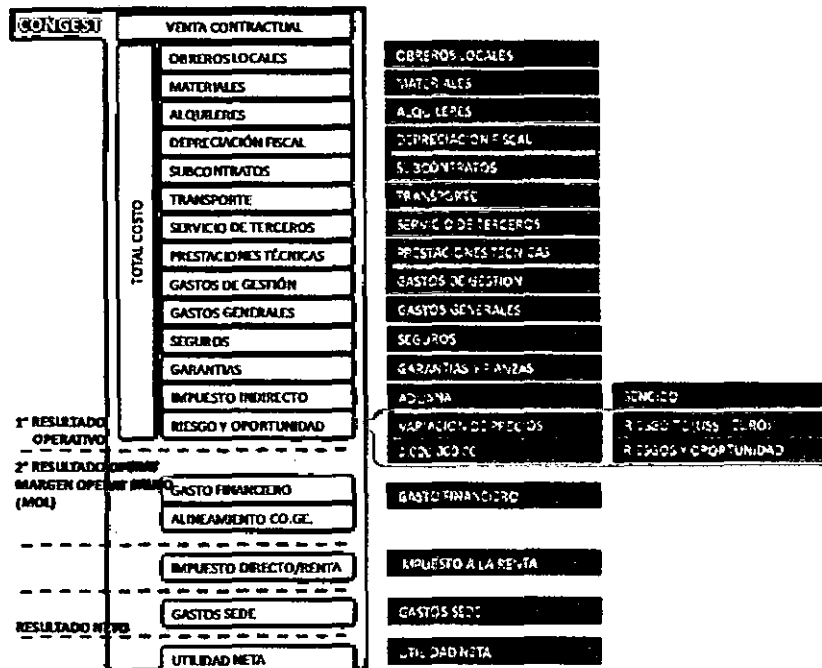


Figura 26: Reagrupamiento Presupuesto Ofertado - Costos ASTALDI

REPORTE GYM, Las equivalencias entre Naturalezas de costo y rubros son los mostrados en la figura 27:

Mano de obra	Manodopera Locale
Materiales	Consumo Materiali
Subcontrato	Subappalti
Subcontratos de obra	Trasporti
Equipos	Noleggi
Alquiler a terceros	Leasing
Leasing	Ammortamenti
Amortización equipos propios	GG
Empleados locales	Impiegati e Dirigenti Locali
Empleados expatriado	Impiegati e Dirigenti Espatriati
Gastos de operación	Prestazioni di Terzi
Servicios (GG)	Spese di Gestione Cantiere
Servicios generales	Spese Generali
Legal	Progettazione e Consulenze Tecniche
Consultoría	Fidejussioni
Fianzas	Imposte Indirette
Impuestos /Tributos	Rischi ed Opportunità
Riesgos y oportunidades	

Figura 27: Relación entre Rubro y Naturalezas de Costo

Para la metodología de Control de Costo de GYM, el costo se divide en 5 rubros bien definidos:

1. Mano de Obra
2. Materiales
3. Equipos
4. Subcontratos
5. Gastos Generales

En la figura 28 y 29 se muestran los criterios homogenizados y reclasificados para el reagrupamiento del costo según GyM:

HOJA DE RESULTADOS		
UTILIDAD DIRECTA	TOTAL COSTO	VENTA CONTRACTUAL
		MANO DE OBRA
		MATERIALES
		EQUIPOS
		SUBCONTRATOS
		GASTOS GENERALES
	UTILIDAD NETA	GARANTIAS Y FIANZAS
		GASTO FINANCIERO
		OTROS INGRESOS/EGRESOS
		UTILIDAD BRUTA
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS	UTILIDAD NETA	IMPUESTO A LA RENTA

COSTO DIRECTO + INDIRECTO	CAPPELLO
MANO DE OBRA	MANO DE OBRA
MATERIALES	RIESGOS Y OPORTUNIDAD
EQUIPOS	1.000.000,00
SUBCONTRATOS	RIESGO (CUMPLIMIENTO)
GASTOS GENERALES	SEGUROS
	GASTO FINANCIERO
	GARANTIAS Y FIANZAS
	ADUANA
	SERVICIO
	GASTOS SEDE
	IMPUESTO A LA RENTA
	UTILIDAD NETA
US\$ 508,406,786.00	US\$ 170,559,324.00
US\$ 678,966,110.00	

Figura 28: Disgregado de Costo según GyM Vs Ppto Oferta

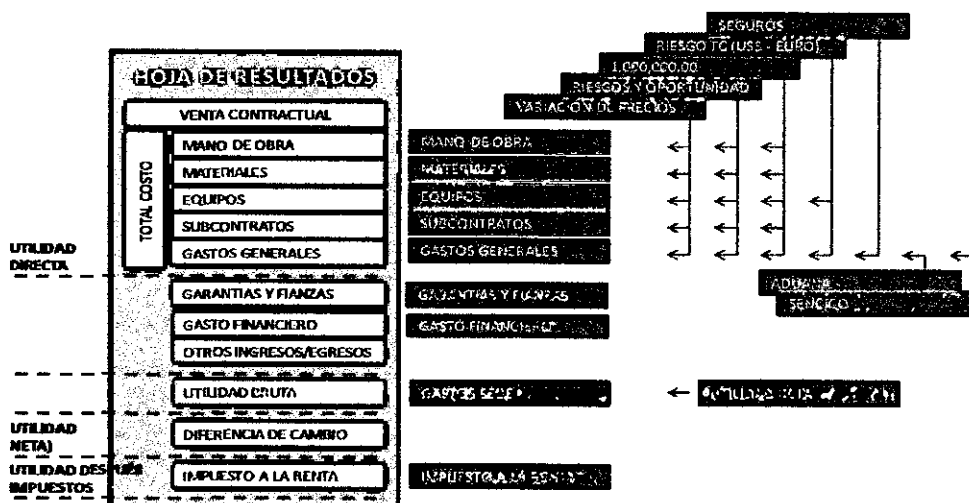


Figura 29: Reagrupamiento Presupuesto Ofertado Estructura Costos GyM

3.2.1 ASPECTOS DE DECISIÓN Y PUESTA EN MARCHA

Para llevar a cabo los objetivos del área, se brindaron los siguientes aportes y propuestas:

- Disgregado del presupuesto Oferta por Naturaleza y Rubro.
- Definición de equivalencias entre Centros de Costo.
- Identificación de Frentes de trabajo y asociación con Centros de Costos.
- Capacitaciones a la línea de mando sobre direccionamiento de Costos.

Se trabajó en la definición e implementación el WBS (*Work Breakdown Structure*) o estructura de distribución de Trabajo el cual fija los Centros de costo en función a las partidas de la obra (ver figura 30), parte vital para direccionar mes a mes los recursos que consumirán para su ejecución: **Horas Hombre (HH)**, **Horas Maquina (HM)**, **Subcontratos**, **Materiales**, **Indirectos**.

CENTRAL HIDROELÉCTRICA			
GASTOS DIRECTOS			
OBRAS CIVILES			
Vías de acceso : Construcción/ reconstrucción			
Pompas - Colcabamba PRESA, Rehabilitación			
500301-0601	Excavación/relleno	Excavación, drenajes, pernos, spray beton	03 1061
500301-0603	Obras mayores	Puentes, obras de sostenimiento	03 1063
500301-0604	Obras menores	Cunettes, gablones ecc.	03 1064
500301-0606	Estructura estradal	Leadrado, Sub base, base, ds, asfalto ecc.	03 1065
Colcabamba - Int Vlla			
500301-0701	Excavación/relleno	Excavación, drenajes, pernos, spray beton	03 1071
500301-0703	Obras mayores	Puentes, obras de sostenimiento	03 1073
500301-0704	Obras de arte menores	Cunettes, alcantarillas, gablones ecc.	03 1074
500301-0705	Estructura estradal	Leadrado, Sub base, base, ds, asfalto ecc.	03 1075
Int Vlla - PRESA - Acc. Nuevo			
500301-0801	Excavación/relleno	Excavación, drenajes, pernos, spray beton	03 1081
500301-0803	Obras mayores (Puente N01 Río Mantaro-Presa)	Puentes, obras de sostenimiento	03 1083

Figura 30: WBS – Central Hidroeléctrica Cerro del Aguila

Luego de definir la estructura de control de costos del proyecto, el siguiente paso fue de alinear los subsistemas que alimentaran de información a la Oficina de Control de Costos y para poder consolidar la información, elaborar un diagnóstico, analizar las desviaciones y dar alertas y proponer alternativas de solución.

La siguiente implementación fue realizada en los meses de enero – marzo del año 2012:

1. Capacitaciones a los ingenieros de Campo
2. Capacitaciones a capataces, operadores de equipo mayor
3. Mapeo de frentes de trabajo para la zonificación por Centro de Costo.
4. Coordinaciones los responsables de SISPO (Sistema de Personal Obrero) y SISME (Sistema de Maquinaria y Equipo) para uniformización de reportes de Mano de Obra y Equipos respectivamente, según esquema de Figura. 31:

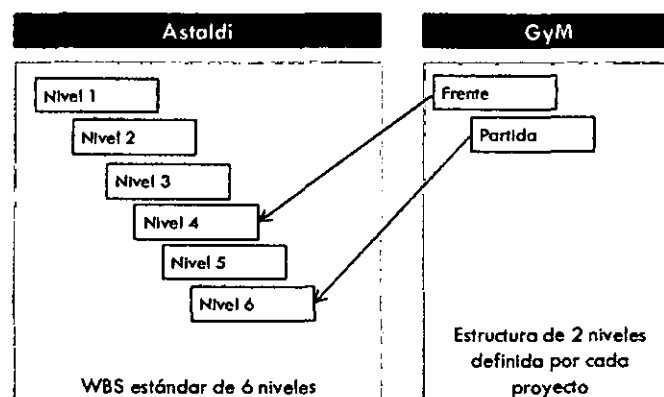


Figura 31: Descomposición de la estructura de trabajo según los socios

3.2.2 RESULTADOS OBTENIDOS

Presupuesto Oferta

Presupuesto Oferta desgregado por Centro de Costos

Presupuesto Oferta desgregado por Naturalezas (Se consolidó todos los recursos con la asignación de la naturaleza que le correspondía)

Presupuesto Oferta Actualizado

Se actualizó el Presupuesto Oferta desgregado por Centro de Costos y Naturalezas, a nivel de tarifas de recursos MO/EQU/MAT/SC.

- ✓ Los P.U. de cada recurso se actualizaron en la BD Recursos y automáticamente al Presupuesto Oferta Actualizado.
- ✓ Se formuló todo el Presupuesto Oferta para que se calculen automáticamente los nuevos totales.

Los metrados permanecieron fijos por no tener mayor variación de ingeniería.

Se calcularon las brechas por TARIFA entre el Presupuesto Oferta y Actualizado.

- Se actualizó los montos previstos en presupuesto oferta. A raíz del análisis de los materiales más incidentes en cantidad y costo del proyecto (Análisis de Pareto), según la Figura 32 se tuvo:

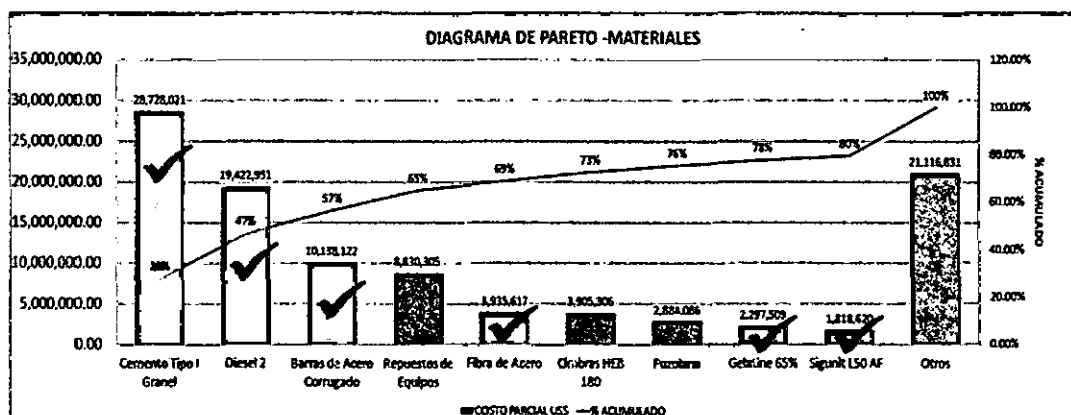


Figura 32: Pareto de materiales, según su incidencia en el Ppto Oferta

Con actualización a fines de marzo del año 2012, la brecha por la actualización de tarifas, ascendía a USD 120,007.50 esta información se transmitió a la jefatura de área para que se analizara el impacto económico a la fecha de la proyección al saldo, Ver tabla 4:

Tabla 4: Cuadro de actualización de PU de materiales más incidentes a marzo 2013

RECURSO	Und.	Cantidad Total	PU	PU Act.	Brecha
Cemento Tipo Granel	TON	133,874.83	214.59	195.70	2,528,895.54
Diesel 2	KG	18,436,058.97	1.05	1.28	-4,240,293.56
Barras de Acero Corrugado	KG	9,187,242.49	1.10	1.00	918,724.25
Fibra de Acero	KG	1,697,334.03	2.32	1.59	1,239,053.84
Gelatine 65%	KG	965,339.88	2.38	2.35	28,960.20
Singunit L50 AF	KG	1,870,172.42	0.97	1.16	-355,332.76
Total					\$120,007.50

Medidas que la gerencia general y adjuntas tomaron en base a lo antes explicado:

- Propuesta de cambio de procedimiento constructivo de Concreto convencional ofertado a concreto RCC (Concreto Compactado Rodillado), con el fin de ampliar la brecha positiva ya que con este cambio la Presa de concreto mantiene su volumen pero necesitaría menos concreto. Esta propuesta fue aprobada por el cliente meses posteriores.
- Implementar controles sobre el combustible para atenuar la brecha negativa.
- Área de Laboratorio propuso ensayos y mezclas de concreto alternas en donde el impacto del aditivo "Singunit L50 AF" sea menor a la proyección.

PRESUPUESTO META:

Se Trabajó el Presupuesto Oferta Actualizado para luego actualizarlo de acuerdo al Planeamiento, Tarifas Actualizadas y Metrados de ingeniería.

CONTROL DE COSTOS: PREVISTO VS. REAL

Costo a la Fecha según Presupuesto Oferta Actualizado – META. Se trabajó a nivel de Partidas Presupuestarias, actualizando el % de avance a la fecha de

cada partida. En el mes de Marzo 2012 se emitió la primera hoja de resultado (ver figura 33), permitiendo ver la desviación de los primeros meses de ejecución con respecto al margen previsto a fin de proyecto: Se obtuvo un margen 11.04 %, menor al esperado a final del proyecto: 12.08 %.

ASTALDI		CONTGEST Marzo	Presupuesto Contractual
Venta Contractual		13,726,261.60	678,966,110.00
Sub Total Venta		13,726,261.60	678,966,110.00
Mano de Obra		-	-
Obremos Locales		650,770.60	51,863,413.39
Materiales		978,198.03	104,753,571.24
Equipos		-	-
Alquileres		9,344,663.72	1,252,915.15
Depreciación Fiscal		208,141.37	45,444,550.58
Sub Contratos		-	-
Subcontratos		9,726,036.23	219,867,378.53
Transporte		335,771.92	1,641,369.02
Gastos Generales		-	-
Servicio de Terceros		-	1,447,855.00
Prestaciones Técnicas		2,027,519.00	62,934,201.83
Gastos de Gestión		760,954.09	24,971,431.04
Gastos Generales		35,367.74	230,000.00
Seguros		8,364.12	10,237,288.26
Garantías		-	9,491,523.54
Impuesto Indirecto		54,585.45	3,389,830.55
Riesgo y Oportunidad		74,780.54	62,016,949.50
Sub Total Costos		12,205,552.81	593,542,380.02
1° Resultado Operativo		1,520,708.79	85,423,729.98
1° Margen Operativo (%)		11.08%	12.58%
Gastos Financieros		4,883.58	3,589,830.55
Alineamiento COGE		-	-
2° Resultado Operativo - MOL		1,515,825.21	82,033,899.43
2° Margen Operativo (%) - MOL		11.04%	12.08%
Gastos Sede		-	20,338,983.30
Resultado Neto		830,046.05	47,457,627.79
Margen Neto (%)		6.05%	6.99%

Gym		Resultado Marzo	Presupuesto Contractual
Venta Contractual		13,726,261.60	678,966,110.00
Sub Total Venta		13,726,261.60	678,966,110.00
Mano de Obra		650,770.60	59,939,285.45
Materiales		978,198.03	125,266,280.46
Equipos		3,552,805.09	57,784,145.54
Sub Contratos		4,061,808.15	215,751,075.81
Gastos Generales		2,961,970.94	116,512,251.96
Sub Total Costos		12,205,552.81	583,293,039.03
Utilidad Directa		1,520,708.79	95,733,070.97
Margen Directo (%)		11.08%	14.10%
Garantías		-	9,491,523.54
Gastos Financieros		4,883.58	4,207,646.01
Sub Total Costos		4,883.58	13,699,171.55
Total Costos Bruta		12,210,436.39	596,932,210.58
Utilidad Bruta		1,515,825.21	82,033,899.42
Margen Bruto (%)		11.04%	12.08%
Impuesto a la Renta (30%)		685,779.16	18,530,899.87
Utilidad después de Impuestos		829,046.05	63,102,999.56
Margen después de Impuestos		6.05%	9.29%

Figura 33: Hoja de Resultados del proyecto a Marzo 2013

Este hecho se presentó en los primeros meses por los problemas de huaycos e interrupciones de accesos, lo que lleva a tener una menor producción con el mismo consumo de recursos comprometidos por la envergadura del proyecto

*No podemos gestionar sin poder controlamos
No podemos controlarnos sin poder medimos
No podemos medimos sin una META con qué comparamos
Sin una meta no podemos mejorar!¹⁹*

¹⁹ Lema del área de Control de Costos – Proyecto Cerro del Aguila

3.3 GESTIÓN DEL TIEMPO: APLICACIÓN DE “LAST PLANNER”

La gestión del tiempo del proyecto incluye los procesos necesarios para lograr la conclusión del proyecto en el plazo previsto, tiene como herramienta principal de control el “Cronograma Maestro” ya que el mismo que considera los hitos contractuales así como los cambios que el Proyecto presente durante su ejecución, esto último con la finalidad de tener un panorama real del proyecto en el tiempo. Es importante recalcar que para que un cronograma cumpla sus objetivos como herramienta de gestión, deberá ser desarrollado hasta el nivel de detalle que permita:

- Identificar los recursos correspondientes.
- Facilidad de lectura, entendimiento y actualización.

El Sistema de Gestión implementado propone un Sistema de planificación de 03 niveles, donde el primer nivel presenta una **planificación general por hitos**, cuya confiabilidad se sustenta en el logro de objetivos parciales de **planificaciones de mediano y corto plazo** (segunda y tercer nivel de planificación respectivamente), los mismos que determinan el cumplimiento general de la obra, ver figura 34:

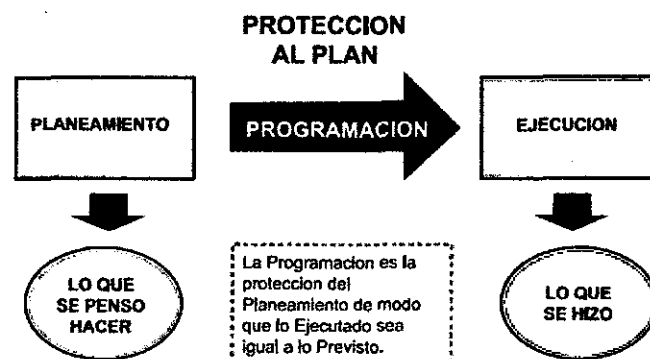


Figura 34: Esquema de Programación

3.3.1 ASPECTOS DE DECISIÓN Y PUESTA EN MARCHA

Para llevar a cabo los objetivos del área, se brindaron los siguientes aportes y propuestas como asistente de control de Proyecto en el Frente PRESA:

- 1 Reconocimiento del cronograma General de proyecto/Frente.
- 2 Asistir a la elaboración de estrategias de ejecución en plazo de las actividades del frente.
- 3 Consolidación de LookAhead de producción alineada a la protección del plan general.
- 4 Análisis de Causas de Incumplimiento.
- 5 Asesoramiento en identificación de restricciones, crear conciencia a las áreas de soporte para el levantamiento de restricciones y crear conciencia sobre la filosofía Lean a la organización.

3.3.1.1 Implementación de Rutina de Programación

a) Plan Maestro por Hitos

El Cronograma Maestro por hitos representa el Primer Nivel de Planificación, el mismo que contiene el proyecto en su totalidad, y se basa en los hitos contractuales, planeamiento del proyecto y análisis de toda la información recabada de experiencias en proyectos anteriores con el fin de que sea lo más ajustado al contexto real de la obra, se utilizara software especializado como MS Project o Primavera, para poder realizar un adecuado seguimiento y control.

Para el proyecto, se respetara la programación del cronograma general Rev. 02 pues ya tiene una estructura organizacional definida y la aprobación del cliente, a continuación se muestra en la figura 35, el cronograma por hitos del proyecto Cerro del Aguila.

"CERRO DE AGUILA" - Cliente - Reprogramación 15.09.12 - 31.10.12						Diseño clásico del programa													
ID de actividad	Nombre de la actividad	Original Duración	Duración - % de avance	Inicio	Finalización	2012			2013				2014				2015		
						Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	
Hitos de Proyectos																			
M-01	Orden de Proceder	0	100%	04-Nov-11 A	09-Mar-12														
M-06	Inicio Actividad Frente PRESA - LLOCJE (disponib	0	100%	31-Mayo-12 A															
M-05	Inicio Actividad Frente CDM - JATUSPATA (Dispor	0	100%	14-Jun-12 A															
M-04	Inicio Actividad Frentes con auxilio de Helicopteros	0	100%	25-Jun-12 A															
M-11	Inicio Actividad Tunnel Area DAM	0	100%	17-Sep-12 A															
M-12	Inicio Actividad Tunnel AREA CM	0	100%	17-Sep-12 A															
M-16	Inicio Tunnel Carga Ventana 1	0	100%	17-Sep-12 A															
M-17	Inicio Tunnel Carga ventana 2	0	100%	17-Sep-12 A															
M-25	Inicio Tunnel de Cable	0	0%	08-Nov-12															
M-19	Inicio Tunnel de Desvío	0	0%	11-Dic-12															
M-21	Inicio Tunnel Chimenea Interior	0	0%	31-Dic-12															
M-26	Inicio Tunnel Acceso principal	0	0%	31-Ene-13															
M-23	Inicio Tunnel de Descarga	0	0%	11-Feb-13															
M-02	Inicio 1° desvío	0	0%	10-Mayo-13															
M-20	Fin Tunnel de Desvío	0	0%	10-Mayo-13															
M-03	1er Desvío completado	0	0%	15-Jun-13															
M-27	Inicio Tunnel Chimenea equilibrio superior	0	0%	01-Ago-13															
M-14	Inicio Construcción CDM	0	0%	27-Ago-13															
M-30	Fin Tunnel Acceso principal	0	0%	04-Sep-13															
M-28	Fin Tunnel de cable	0	0%	18-Sep-13															
M-22	Fin Tunnel Chimenea Interior	0	0%	07-Oct-13															
M-07	Inicio del Hormigonado de la PRESA	0	0%	21-Oct-13															
M-08	Fin 1° Fase de Hormigonado PRESA	0	0%	25-Feb-14															
M-31	Comienzo actividades electromecánicas	0	0%	07-Mar-14															
M-32	Fin Campamento Limón	0	0%		13-Mar-14														
M-28	Fin Tunnel Chimenea equilibrio superior	0	0%	06-Mayo-14															
M-09	Fin 2° Fase de Hormigonado PRESA	0	0%	27-Jun-14															
M-13	2do desvío completado	0	0%	11-Dic-14															
M-10	Fin Última Fase de Hormigonado PRESA	0	0%	01-Jun-15															
M-24	Fin Tunnel de Descarga	0	0%	10-Jul-15															
M-18	Fin Tunnel de Carga	0	0%	31-Jul-15															
M-15	Fin Remedio de Embalse	0	0%	11-Sep-15															
M-50	FIN Proyecto	0	0%	09-Mar-18															
Actividades Generales																			

Figura 35: Plan Maestro por Hitos – CH Cerro del Aguila.

Dados los hitos contractuales, se planteó trabajar un cronograma interno el cual se muestra a continuación en la figura 36:

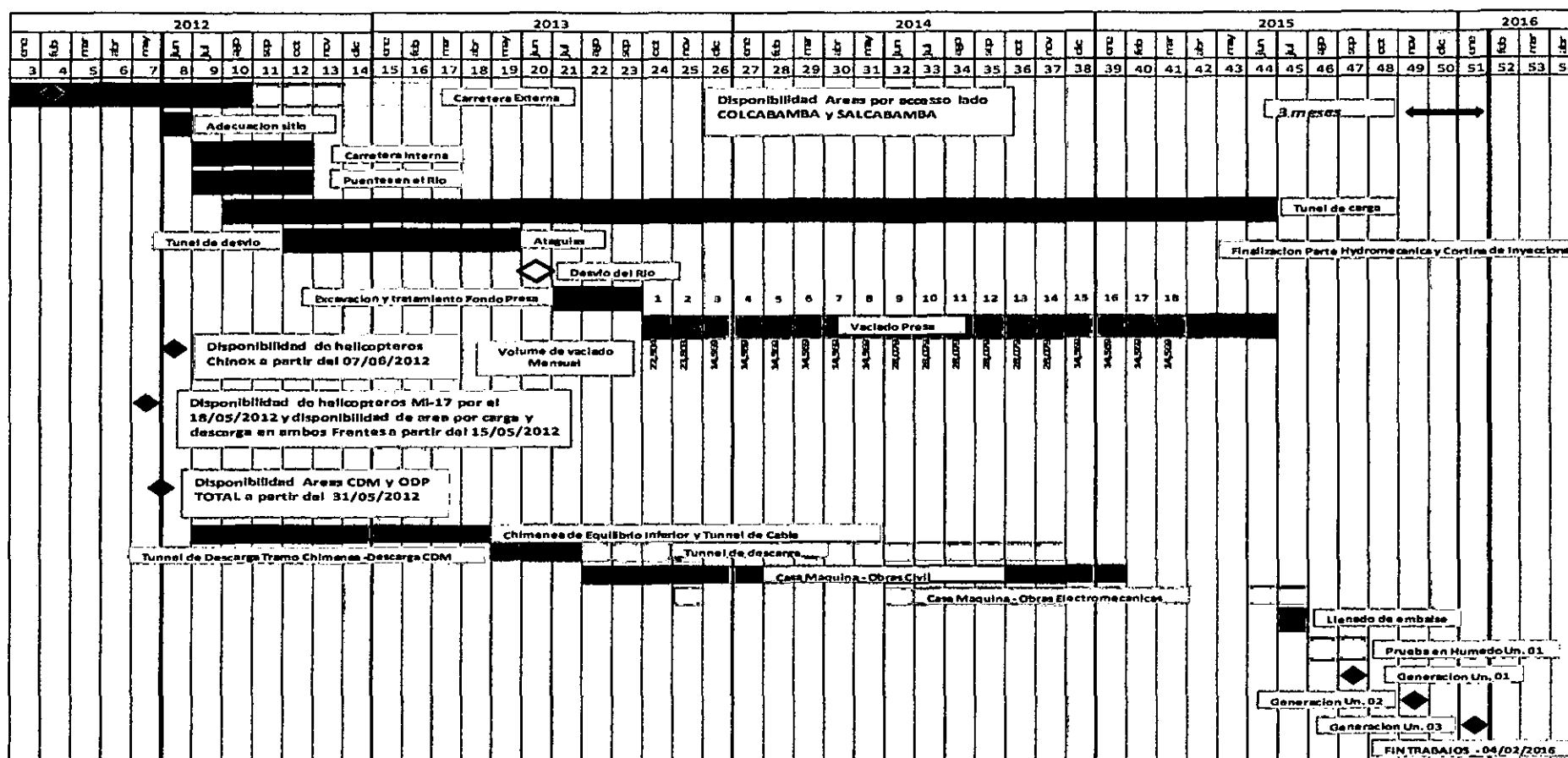


Figura 36: Cronograma Interno de Obra - Cerro del Aguila

Para la ejecución de este proyecto la gerencia de Control de Proyecto decidió aplicar la filosofía del Lean Construction con el Last Planner a fin de establecer un ciclo de programación que permita:

- Proteger el Plan
- Asegurar el Flujo de Producción
- Aprendizaje y Mejora Continua

Para una correcta aplicación de este sistema de planificación uno de los principales retos fue **“crear la conciencia Lean en el equipo de trabajo”**, por lo cual antes de la aplicación de este sistema se realizó la capacitación de las herramientas de programación recalcando su importancia como un agente de mejora continua más que la de un agente de control.

Las herramientas básicas de programación implementadas y a las que se les hizo un seguimiento semanal fueron: LookAhead Planning, análisis de restricciones, plan semanal y PPC con el análisis de sus causas de incumplimiento, estas herramientas forman el ciclo de programación.

La implementación de estas herramientas se realizó a partir de la Sem N° 09 del año 2012 considerando como fecha de inicio de la implementación de este sistema el 19 de abril del 2012 al 20 de Octubre del 2012 (Sem N° 42), fecha fin del monitoreo de las obras civiles y movimiento de tierras.

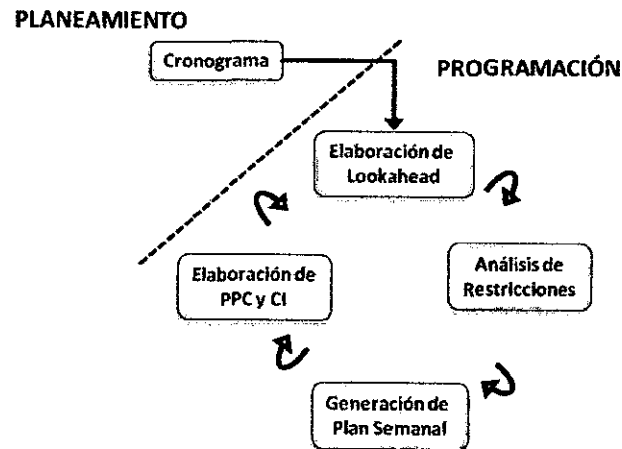


Figura 37: Ciclo de Programación en Cerro del Aguila

b) LookAhead Planning (LAP)

Representa el Segundo Nivel de planificación, mediante el LAP se puede obtener una visión a mediano plazo, un poco más ajustada a la realidad del proyecto. Es la planificación intermedia la que va a permitir adelantarnos a posibles eventualidades e identificar y eliminar restricciones a tareas futuras.

El LAP está diseñado para prever con una adecuada anticipación los requerimientos de materiales, mano de obra, equipos, financiamiento e información, de forma de usar el LAP como "escudo" para proteger la producción de efectos externos a ella.

A continuación de muestra en la figura 38 el formato y descripción del LookAhead Planning.

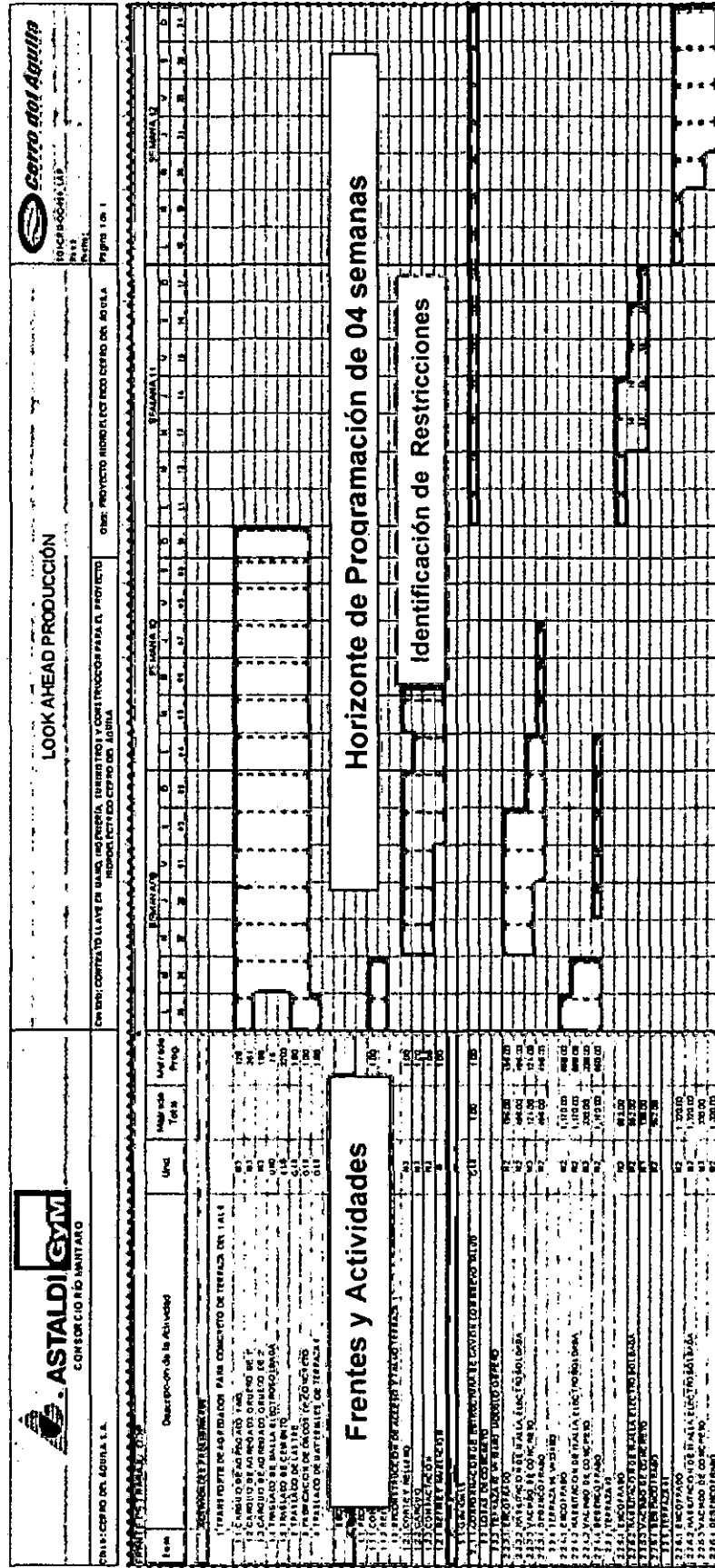


Figura 38: LookAhead de actividades (Sem 09 - 2013)

En el proyecto la planificación intermedia se realizó al finalizar cada semana, este trabajo tenía como responsable al jefe de frente asignado; así mismo cabe indicar que el horizonte de programación que se usó en este proyecto fue de 04 semanas, ya que es el tiempo adecuado para el levantamiento de restricciones considerando que las obras se ubican en un tiempo aproximado de 8 -10 horas de la ciudad de Huancayo.

c) Último Planificador

La teoría del Último Planificador forma parte fundamental de este sistema, ya que será el Último Planificador el actor principal del tercer nivel de planificación y asignando los recursos a las actividades libre de restricciones, permitiendo un flujo de trabajo continuo, el ultimo planificador en el proyecto es el jefe de frente y su trabajo inicia con:

d) Análisis de Restricciones

El Análisis de Restricciones consiste en analizar todas las actividades del Look Ahead de Producción e identificar las restricciones que pudieran hacer que las actividades no puedan ser programadas en su oportunidad.

En este proyecto la identificación de restricciones se realizó en el mismo formato del LookAhead, implementándose el análisis de restricciones en los espacios organizados para tratar temas de Obra: mediante las denominadas **“reuniones de obra”**, en estas interacciones entre el área de Producción y las áreas de soporte se revisaban las restricciones con la dirección del Gerente de Construcción.

e) Plan Semanal y Porcentaje de Plan Cumplido

Basado en las actividades libres de restricciones, se inicia con el tercer nivel de planificación, la planificación a corto plazo, la misma que es una planificación detallada de las actividades que se realizarán durante la semana, esta planificación se generó todos los sábados de la semana precedente y es sobre la misma que se realiza la evaluación de confiabilidad de programación con el uso de la herramienta del Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) según se muestra en la figura 39, con el uso de esta herramienta se pudo emitir conclusiones y establecer responsabilidades que fueron la base del ciclo de mejora continuo para hacer más confiable la programación.

68

Figura 39: PPC - Porcentaje del Plan Completado – (Sem 08- 2013)

3.3.2 RESULTADOS OBTENIDOS

3.3.2.1 Análisis de Causas de Incumplimiento

Una vez realizado el PPC es de vital importancia enumerar y analizar las causas de incumplimiento para la toma de acción de la gerencia, así como para el consolidado del Informe de Lecciones Aprendidas.

En este proyecto se consideró las siguientes causas de incumplimiento:

Tabla 5: Causas de Incumplimiento

CÓDIGO	VARIABLE	DESCRIPCIÓN
(PROG)	PROGRAMACIÓN	Errores en la programación, restricciones no identificadas de manera oportuna, errores en el cálculo de recursos.
(LOG)	LOGÍSTICA	Toda falta de herramientas, materiales o equipos que han sido requeridos oportunamente por producción.
(EXT)	EXTERNOS	Retraso por clima, eventos extraordinarios (marchas, huelgas) y/o falta de entrega de permisos o licencias.
(CLI_ABA)	CLIENTE - ABASTECIMIENTO	Retraso en entrega de material por parte del cliente.
(CLI_PRI)	CLIENTE - PRIORIDAD	Todas las causas que implican responsabilidad del cliente en los cambios de prioridades de ejecución.
(ING)	INGENIERÍA	Cambios en la ingeniería, incongruencia de planos falta de documentación técnica.
(EJEC)	ERRORES DE EJECUCIÓN	Re trabajos que no permitieron realizar trabajos posteriores.
(EQ)	EQUIPOS	Averías, fallas en equipos o mantenimientos no programados.
(ADM)	ADMINISTRATIVOS	Ingreso de personal a Obra, fallas en servicios de campamentos.
(ACT_PRE)	ACTIVIDADES PREVIAS	Retraso en actividades previas.
(PRI)	CAMBIO PRIORIDADES	Cambio de prioridades para la ejecución.
(SC)	SUBCONTRATAS	Toda falla de entrega de algún recurso subcontratado o un atraso debido al no cumplimiento de alguna labor encargada a la subcontrata.
(QA/QC)	CONTROL DE CALIDAD	Todo tipo de fallas o atrasos del área de control de calidad del Proyecto que perjudicaron a las actividades programadas.

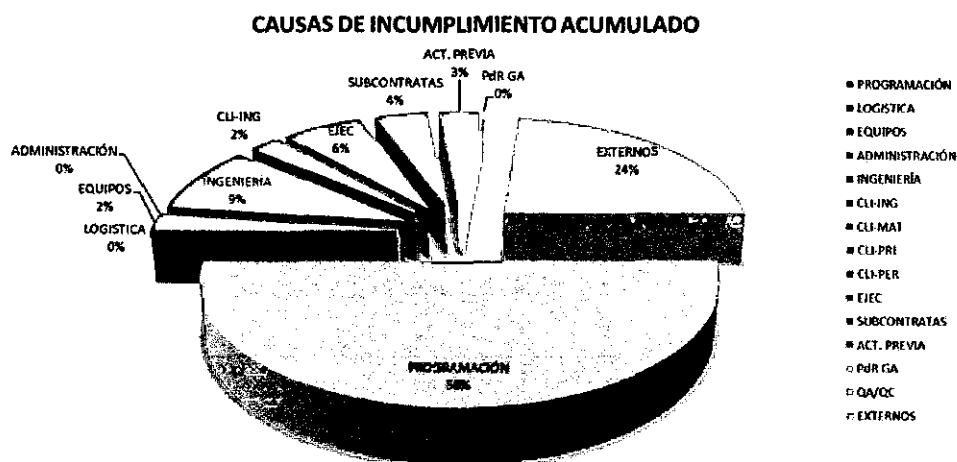


Figura 40: Estadísticas de incidencia en el No cumplimiento de Actividades

Del análisis de causas de incumplimiento (figura 40), se pudo registrar que el principal problema que se presentaba era la poca confiabilidad de la Programación por los Jefes de frente, por lo que la acción de mejora fue una constante capacitación y programación conjunta de los frentes de trabajo para identificar las prioridades y evitar interferencias.

3.3.2.2 Evolución de la confiabilidad en la Programación

Como resultado de la implementación de este ciclo de programación durante las 30 semanas de control se verificó una mejora del 38% de confiabilidad de programación, obteniendo un resultado acumulado de 76%.

En la Figura 41 se muestra la tendencia positiva en cuanto a la mejora del PPC acumulado

PORCENTAJE DE PLAN COMPLETADO

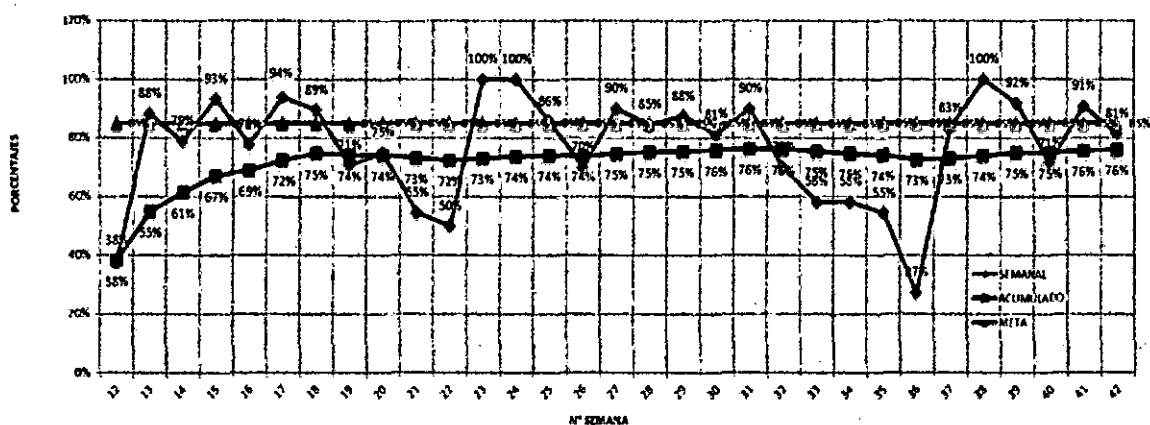


Figura 41: Evolución de PPC Semanal y Acumulado (hasta la Sem 42 -2012)

En la Figura 42 se muestra el mapeo de cumplimiento de actividades programadas contra las actividades realizadas en la semana al 100%

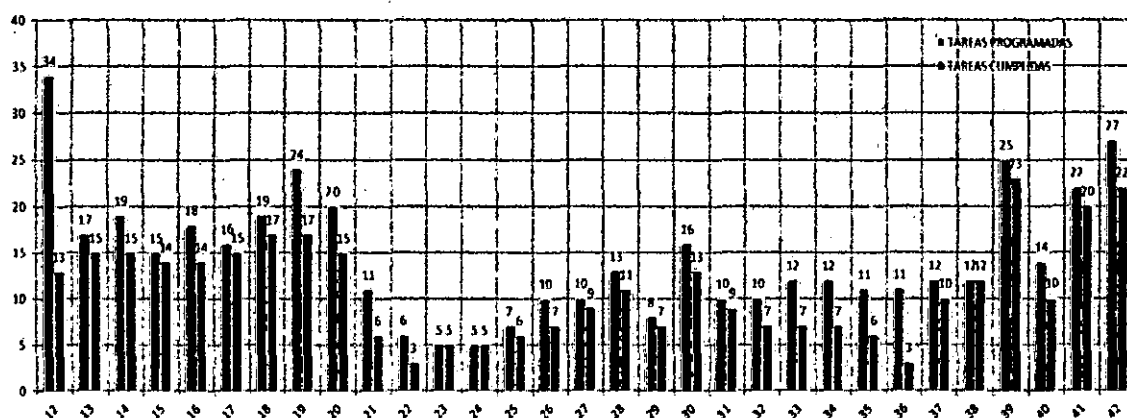


Figura 42: Tareas Programadas Vs Tareas Completadas (hasta la Sem 42 -2012)

3.4 GESTIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD

Una vez asegurado un flujo continuo de trabajo con el ajuste de la programación a corto plazo, mediante la programación LAP y las programaciones semanales, se procedió a evaluar su productividad, es decir la eficiencia en el uso de recursos para proceder con la mejora de los procesos según el esquema mostrado en la figura 43:

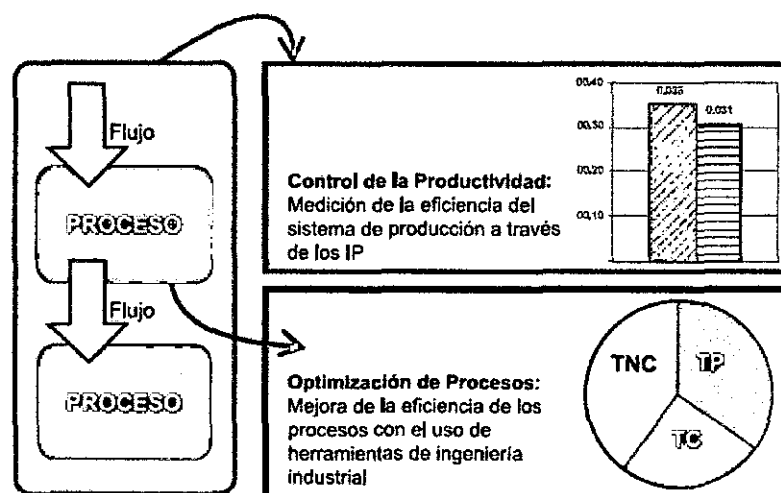


Figura 43: El Control de Productividad y Optimización de Procesos

3.4.1 ASPECTOS DE DECISIÓN Y PUESTA EN MARCHA

3.4.1.1 Índices de Productividad (IP) de Mano De Obra

La herramienta de los Índices de productividad permite medir y controlar el **ratio** o la **eficiencia** de la utilización de los recursos, con el objetivo de tomar acciones correctivas de manera oportuna, lo que sirve:

- Para controlar el buen uso de la mano de obra o Equipos.
- Para la toma de decisiones y acciones correctivas.
- Para realizar proyecciones a fin de obra.

- Para recopilar información a utilizar en proyectos futuros

Para tener realizar un buen IP se necesita que la información sea:

- Confiable, que contenga datos reales y correctos
- Oportuna, debe ser entregada en el momento oportuno
- Clara, debe reflejar la realidad del proyecto.

En el proyecto que se analizará se aplicó la herramienta de Índices productividad para la mano de obra por ser este uno de los recursos más significativos, a continuación se muestra el formato de la herramienta de índices de productividad y se describe sus principales características en la siguiente figura (figura 44):

RESUMEN HERRAMIENTA IP - MO

Cde	PARTIDAS	Und	AVANCE			HORAS HOMBRE				PRODUCTIVIDAD (RATIO)		HH GANADAS / PERDIDAS
			TOTAL PREVISTO A EJECUTAR	ACUMULADO REAL	%	TOTAL PREVISTO A CONSUMIR	ACUMULADO PREVISTO	ACUMULADO REAL	SALDO POR CONSUMIR	CONTRATO	ACUMULADO	
500301-0801	Excavacion/relleno Accesos F2/F3	M3	787,361.00	681,392.03	87%	65,331.77	6,736.77	87,774.00	-22,442.23	0.083	0.129	-31,235.07
500901-0101	Excavacion Estribo Derecho PRESA	M3	54,485.14	-	0%	13,406.94	182.12	-	13,406.94	0.246	-	-
500901-0201	Excavacion Estribo Izquierdo PRESA	M3	53,618.50	-	0%	13,406.94	134.00	-	13,406.94	0.250	-	-
501701-0102C	Excav. y Consolidación Tunel VI Roca tipo C	ML	51.00	51.00	100%	13,184.23	13,184.23	13,153.00	31.23	258.5	257.9	31.23
501701-0202	Excav. y consolidacion Tunel de Conduccion	ML	3,413.00	701.24	21%	838,956.48	74,888.54	50,559.00	788,397.48	245.8	72.1	121,813.67
009935-05	Alojamentos Obreros Campam. Fundicion	LS	100.00	18.64	19%	14,846.82	2,767.80	22,344.00	-7,497.18	148.47	1,198.56	-19,576.20
009975-01	Area Planta Tercaria de agregados	LS	100.00	38.00	38%	11,134.60	4,231.15	8,432.00	2,702.60	111.35	221.89	-4,200.85

PARTIDAS DE CONTROL

METRADOS

970,267.77 102,124.60 182,262.00 788,005.77

HH tareadas

HH = M. Ejecutado * Ratios Meta

HH = M. Total * Ratios Meta

Figura 44: Resumen Herramienta IP – Mano de Obra

El Ratio Real está en función de las HH reales consumidas / Metrado ejecutado y el cálculo de las HH Ganadas o Perdidas se dan en función de: "HH Ganadas o Perdidas = (Ratio Meta – Ratio Real) * Metrado Real".

La actualización de esta herramienta se realizó semanalmente y considera:

- Reporte SISPO – Reporte de HH consumidas por Frentes y Partidas, con esta información es que se realiza el procesamiento de planillas de mano de obra.
- Avance de Producción – El avance de producción calculado semanalmente en función de las actividades ejecutadas.

Del análisis de estas herramientas se pudo identificar una debilidad presupuestal importante, ya que los ratios de la MO en las actividades de excavación de material suelto y en roca para los accesos fueron muy optimista y no se ajustaba a la realidad de la obra, de la misma manera para las obras civiles de los campamentos y las plantas industriales.

No obstante también se observa un ventaja presupuestal en las obras de trabajos subterráneas (Obras de Conducción) pues gracias a la bifurcación provocada por la ventana 1, se logró trabajar el Túnel de Conducción con una sola cuadrilla para ambos sentidos: TC Aguas Arriba y TC Aguas Abajo logrando el doble de avance con una sola cuadrilla, esto se refleja claramente en el IP y se le conoce como Efecto Péndulo (Figura 45)

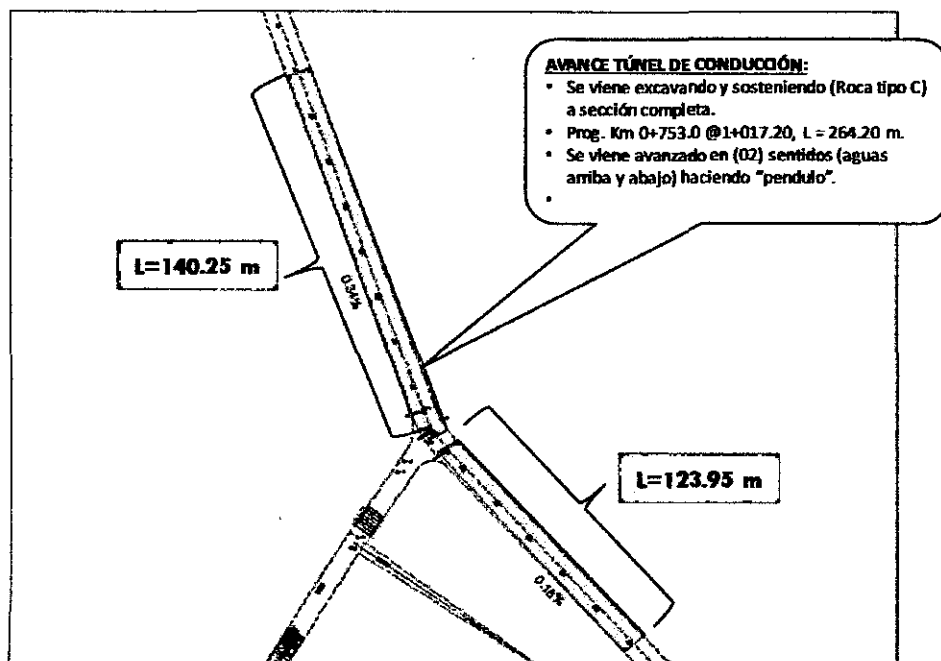


Figura 45: Efecto Péndulo: Ventana 1 y Túnel de Conducción

Resultado acumulado de consumo de Horas Hombre según presupuesto se muestra en la figura 46, donde la mayoría de frentes tuvieron un mayor consumo de recurso de mano de obra respecto al previsto:

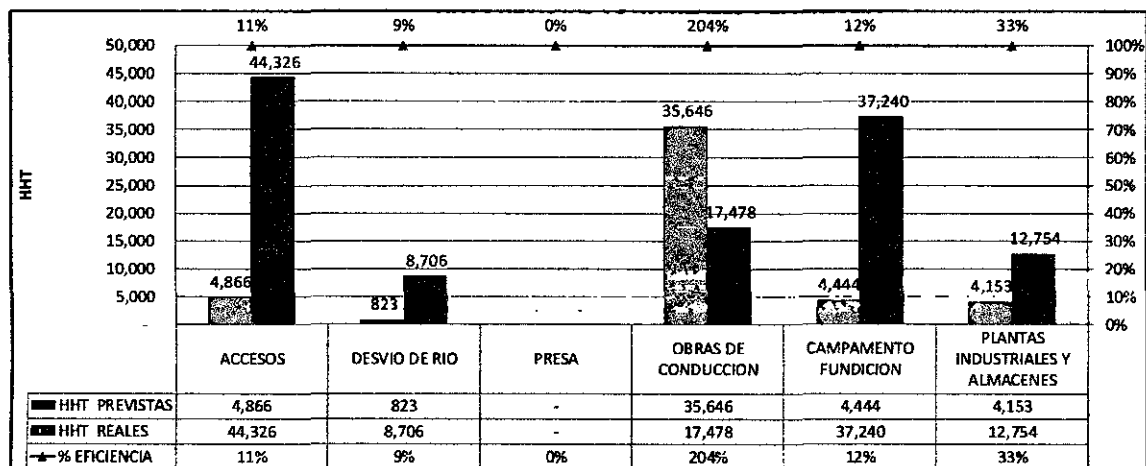


Figura 46: HH Previstas VS HH Reales según avances registrados – abril 2013

Como se ve, esta herramienta es un poderoso indicador con respecto a las desviaciones de los recursos presupuestados vs los recursos reales incurridos.

Como responsable del registro, análisis y difusión de los Indicadores del frente Presa, esta información fue alcanzada semanalmente a las áreas y personas competentes para las que se tomen las consideraciones halladas en campo y se pueda sincerar el presupuesto con respecto a las partidas de control mapeadas por IP.

3.4.1.2 Cartas Balance

Como parte del proceso de mejora continua y tomando en consideración los índices de productividad y las que presentaban ratios desfavorables en su ejecución es que se realizó mediciones del trabajo en campo, estas mediciones permitieron analizar con mayor profundidad el diseño de los métodos constructivos mediante la cuantificación de las cuadrillas de trabajo conociendo el porcentaje de TP, TC y TNC de las mismas.

El objetivo de esta técnica fue analizar la eficiencia del método constructivo empleado. No se pretende conseguir que el obrero trabaje más duro, sino en forma más inteligente. Las vías para mejorar la eficiencia del grupo de trabajo son la reasignación de tareas entre sus miembros o la modificación del tamaño del grupo que conforma la cuadrilla. Para la realización de una carta de balance se siguieron los siguientes pasos:

- a) Observar y entender la actividad que se va a muestrear.
- b) Identificar a cada uno de los integrantes de la cuadrilla.
- c) Antes de iniciar el muestreo se deben identificar los trabajos que componen las diferentes categorías (TP, TC y TNC), y definirlos para la operación que se va a estudiar asignándoles una letra o clave.

- d) Registrar en el formato de Carta de Balance, minuto a minuto, las actividades de cada uno de los integrantes de la cuadrilla.
- e) Procesar y analizar los datos recogidos.

A continuación en las figuras 47, 48 y 49 se muestra el estudio realizado a la actividad de colocación y armado de Gaviones - Campamento Fundición, para la cual se realizó en una visita inopinada al frente de trabajo, esto se decidió luego de registrar bajos avances en el frente injustificados pues se contaban con los recursos necesarios para alcanzar rendimientos mejores.

Carta de Balance (Mano de obra)

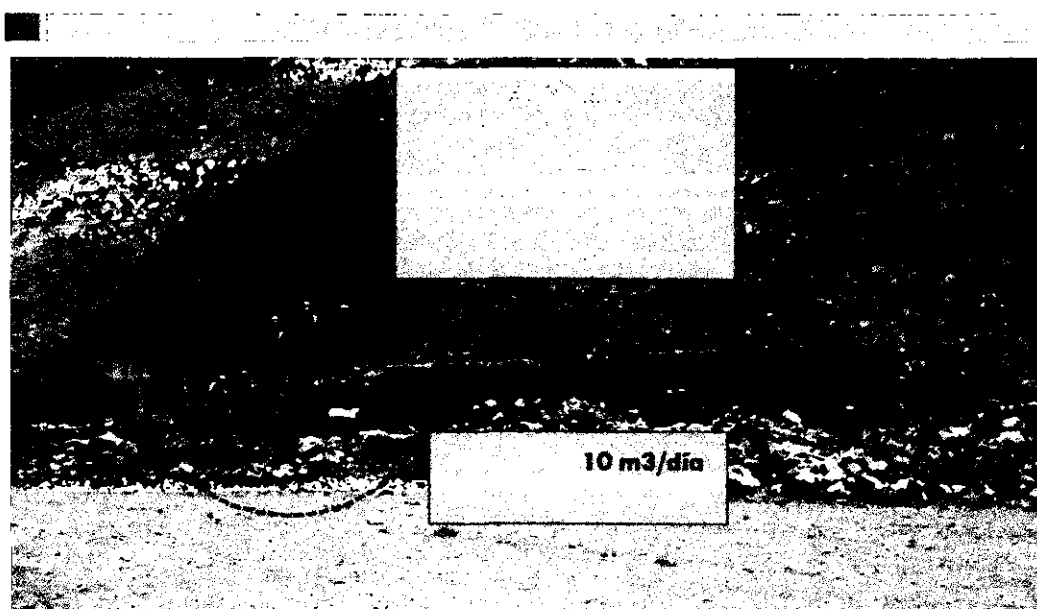


Figura 47: Registro Fotográfico de la actividad analizada

a) Toma de Datos en Campo



CARTA BALANCE

Actividad : Armado de Gaviones en talud de Fundición

Realizado por : Rios Alberto Carrasco

Ing. Residente : Carlo Alberto

Fecha : 19-11-92

Cuadrilla : 01 - Instalación Campamento

N° de personas : 13

Hora Inicio : 2:55 p.m. Hora Final : 4:34 p.m.

N°	Descripción								Observaciones
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	h	a	m	m	b	j			
2	n	b	m	m	b	h			
3	o	o	o	m	m	b			
4	c	c	m	m	b	j			
5	c	c	m	m	b	j			
6	c	o	m	m	b	j			
7	c	b	m	b	h	j			
8	o	o	b	b	b	b			
9	o	o	m	m	b	b			
10	o	c	m	m	h	h			
11	c	c	m	m	b	b			
12	c	b	h	m	h	b			
13	c	o	h	m	h	b			
14	o	o	h	m	h	b			
15	b	b	b	b	b	h			
16	m	m	a	m	b	h			
17	o	o	n	m	h	h			
18	o	o	m	m	j	b			
19	c	c	m	m	j	h			
20	c	o	m	m	b	h			
21	c	c	m	m	h	h			
22	o	o	m	m	b	b			
23	o	b	m	b	j	h			
24	c	b	m	m	b	h			
25	c	c	m	b	h	b			
26	b	b	m	b	h	h			
27	c	b	m	b	h	h			
28	b	b	m	m	b	h			
29	a	o	b	b	h	h			
30	b	b	m	m	j	h			
31	a	n	c	n	b	g			
32	c	c	c	b	c	g			
33	c	a	a	n	c	h			
34	c	n	c	b	h	h			
35	b	c	a	b	b	b			
36	c	c	j	c	c	b			
37	b	b	b	n	b	g			
38	b	b	m	b	h	h			
39	c	b	m	b	h	h			
40	b	b	m	m	b	h			
41	a	o	b	b	h	h			
42	b	b	m	m	j	h			
43	a	n	c	n	b	g			

Trabajo no Contributivo

- a Desplazamiento
- b Espera
- c Indicaciones / Conversaciones
- d
- e
- f

Trabajo Contributivo

- g Acarreo de material inerte
- h Transporte de pláticas
- i Arreglo de Caja
- j Rotura de piedra
- k
- l

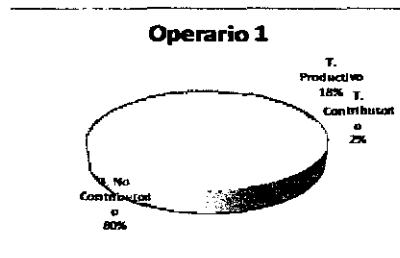
Trabajo Productivo

- m Uso de gavión
- n Acomodo de gavión
- o Cierre de gavión

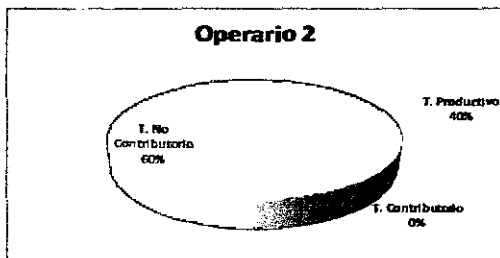
Figura 48: Carta Balance realizada a cuadrilla de colocación y armado de Gaviones - Campamento Fundación

b) Procesamiento de Información y Resultados

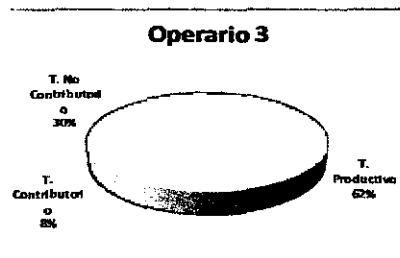
Operario 1	
T. Productivo	11
T. Contributivo	1
T. No Contributivo	48



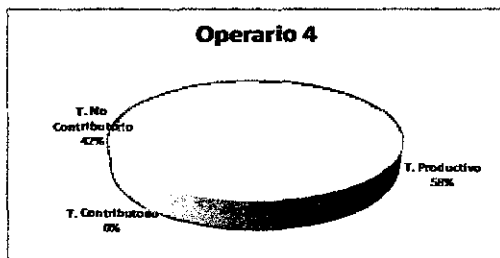
Operario 2	
T. Productivo	24
T. Contributivo	0
T. No Contributivo	36



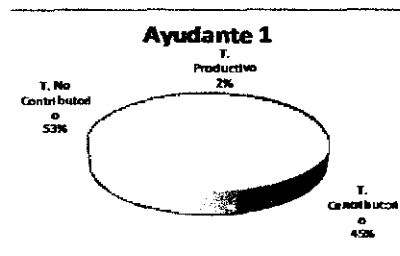
Operario 3	
T. Productivo	37
T. Contributivo	5
T. No Contributivo	18



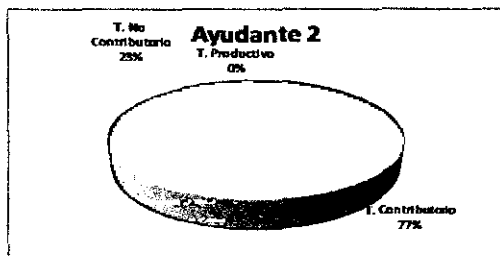
Operario 4	
T. Productivo	35
T. Contributivo	0
T. No Contributivo	25



Ayudante 1	
T. Productivo	1
T. Contributivo	27
T. No Contributivo	32



Ayudante 2	
T. Productivo	0
T. Contributivo	46
T. No Contributivo	14



General	
T. Productivo	108
T. Contributivo	79
T. No Contributivo	173

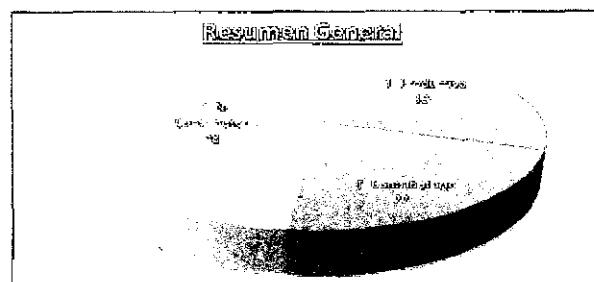


Figura 49: Información procesada de Estudio de tiempos

c) Análisis de la Actividad Observada

Se observó y midió la actividad de construcción de gaviones para la estabilización de las terrazas del campamento Fundición, durante el análisis se consideró la evaluación de una cuadrilla de 6 trabajadores de un total de 9, los mismos que trabajaron en la terraza 3 – Modulo de Obreros.

De un análisis general de la cuadrilla se puede concluir que consume mayor parte de sus recursos en actividades Improductivas (48%) principalmente en ESPERAS y DESPLAZAMIENTOS LIBRES ocasionadas por las una mala distribución de trabajo, sin un tren de actividades debido a que la cuadrilla para esta actividad se encuentra sobredimensionada influyendo a los trabajadores a realizar actividades irrelevantes para el ciclo productivo o generando tiempos muertos,

Adicionalmente cabe señalar que el ciclo productivo observado es netamente el armado y conformación de los gaviones, el habilitado de mallas y pre armado se realizó con anterioridad en un taller por lo cual se obtiene un porcentaje del (22%) Actividades Contributorias y tan solo un (30%) Actividades Productivas que eran netamente la del armado de estas estructuras ya colocadas, sustentados en su bajo rendimiento de 10 m³/día cuando es promedio (dato de otras obras de GyM) es de 18 m³/día.

Los resultados obtenidos se mostraron en la reunión semanal de producción para las medidas correctivas con la mejor distribución de trabajos, eliminando los desperdicios/demoras y activando la visión del ingeniero supervisor en designar actividades que agreguen valor.

Considerando la experiencia obtenida durante la ejecución de estos estudios de productividad, se recomienda tomar en cuenta las consideraciones al momento de realizar las cartas balance:

- Desglosar la operación a muestrear en tareas simples y representarla por símbolos fáciles de recordar con la finalidad de registrar la actividad de forma instantánea.
- La frecuencia aconsejada de muestreo es de un minuto, con no menos de treinta observaciones en total (30 minutos), o las que sean necesarias para observar dos ciclos seguidos completos.
- La cuadrilla a observar podrá tener un máximo de 8 a 10 integrantes.
- Es recomendable que se realice anotaciones de cómo se realizaba el trabajo, con qué materiales, herramientas o equipos, qué tipo de interrupciones hubieron, cuánto avanzó, etc.; así se obtiene mayor información de lo que sucede mientras se realiza la medición y otros datos necesarios para optimizar la cuadrilla o flujo de recursos.

3.4.1.3 Control de Recursos (Equipos Mayores)

La gestión de control de equipos Propios y Alquilados se mapeó semanalmente desde inicios de año 2103 afinando el control y las acciones para acercarse a la meta de producción, para ello se identificaron los frentes de trabajo que utilizaban estos recursos (figura 50).

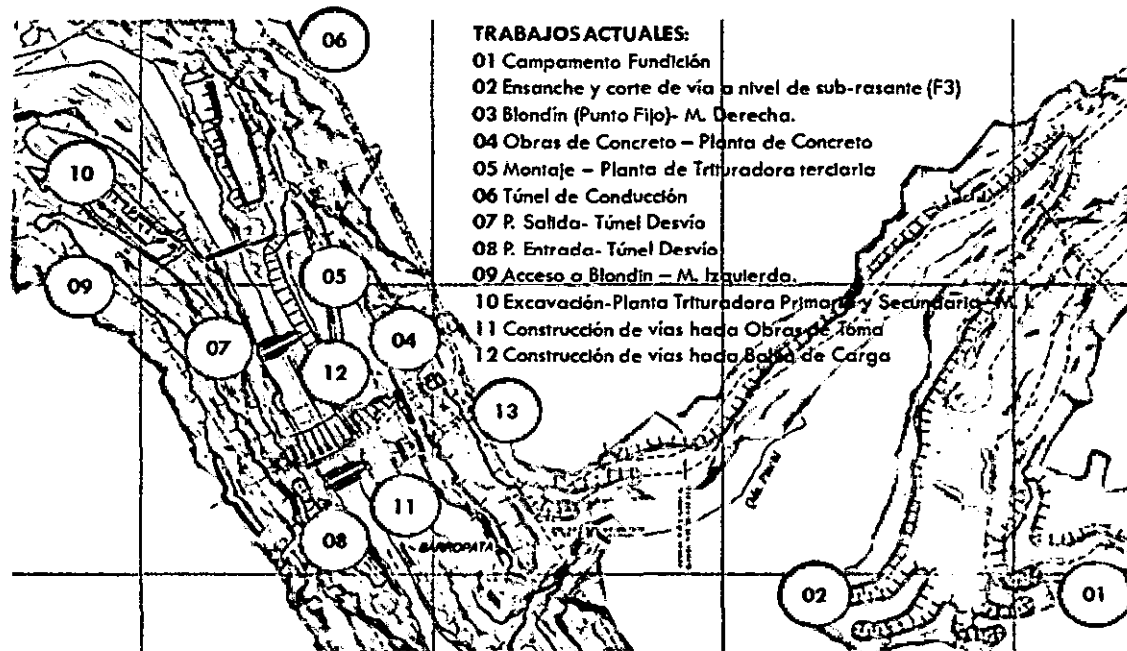


Figura 50: Layout del Frente Presa (ODP) y sus principales frentes de trabajo

A continuación se muestra el análisis con corte a la semana 26, última semana del mes de Junio 2013 del frente ODP (Obras de Presa).

En esa última semana se pudo ver un 61% de Utilización de Equipos con un 95% de operatividad, ver figura 51:

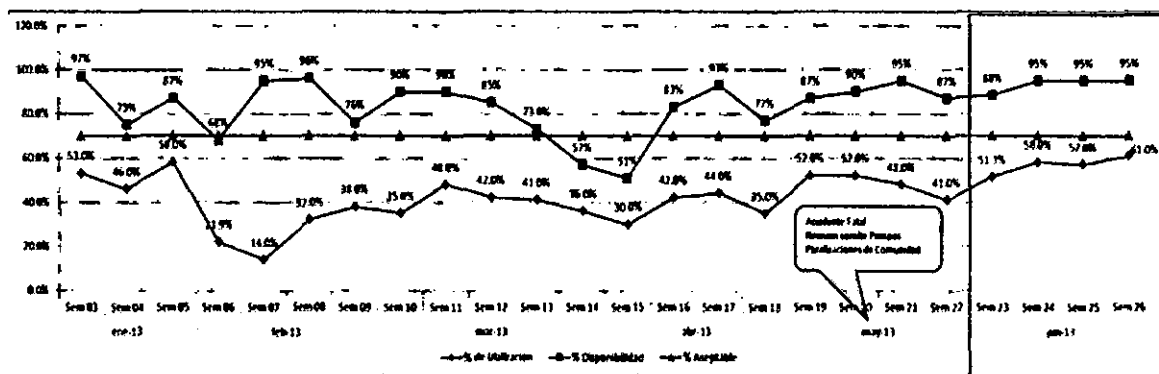


Figura 51: Evolución de Utilización de los Equipos Alquilados

Los frentes con mayor y mayor Utilización respecto a la semana anterior se distinguen en la figura 52:

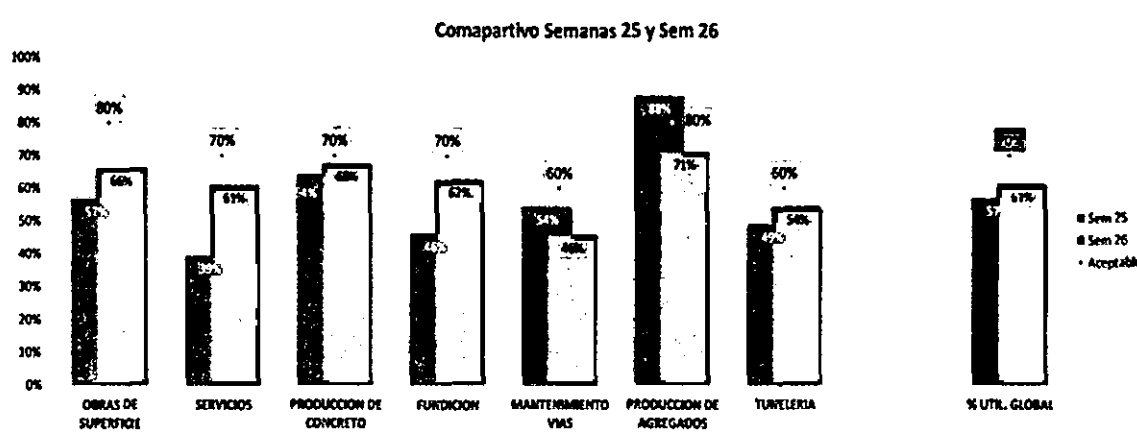


Figura 52: Comparativo de Utilización Sem.25 y Sem. 26 por frente de trabajo

En base a la información recopilada del SISME se calcula el costo de stand by por la NO utilización de equipos y pago de horas mínimas pactadas con los Arrendadores de maquinaria: Maquinarias U-GUIL, Jara Contratistas, Ferreyros, CGM, etc.

El análisis consiste en calcular el costo de la diferencia de horas mínimas y las horas reales trabajadas por cada equipo, esta diferencia se multiplica por la tarifa horaria de alquiler, por ejemplo en tabla 6 se muestra el cálculo de costo no efectivo:

Tabla 6: Detalle de Valorización de Equipos Alquilados

				TARIFA	HORAS MINIMAS	DÍAS								
Subcontratista o Razón social	Descripción del subcontrato	Código	Moneda	TIPO DE MODERA	Tarifa por hora	Horas mínimas	Cantidad efectiva	HRS EFECTIVAS	HRS MINIMAS	HORAS VALORIZABLES	Pago al Proveedor (USD)	Valorable (Horas Reales)	COSTO DE HORAS REALES	
CGM RENTAL S.A.C.	TELEHANDLER	MA 37-902	PRESA	USD	32.50	180.00	31.00	31.00	113.50	180.00	180.00	5,850.00	2,161.25	3,688.75

Bajo esta premisa, y considerando el universo de equipos mapeados (más de 115). Se tiene un costo previsto de Stand by de: \$ 315,707. Ver figura 53.

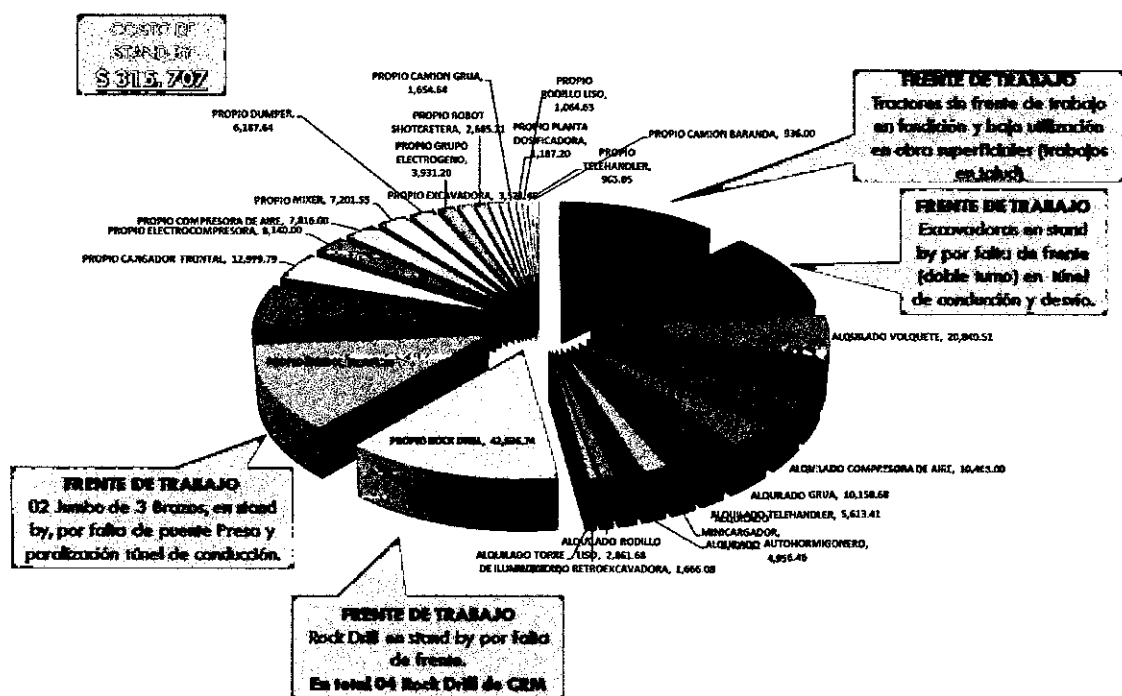


Figura 53: Sobre-Costo mensual por Stand By de equipos alquilados (Junio 2013)

Debido a las consideraciones antes mencionadas de proyectos en provincia (lejanía, condiciones geográficas, clima, etc.) parte de este costo es asumido dentro del presupuesto por estas variabilidades; sin embargo el objetivo de estos análisis es sensibilizar a la línea de mando para la optimización de sus recursos, la gerencia de construcción como principal cliente interno de esta información da las directrices sobre los cambios de frentes, desmovilización y/o adquisiciones de equipos para atenuar estos impactos negativos al costo.

3.4.2 RESULTADOS OBTENIDOS

En base a las herramientas mostradas en los puntos anteriores, se logró:

- Alimentar de información real de los ratios de Mano de Obra a ser considerados en el presupuesto Meta para actualizar la proyección y tomar acciones correctivas.
- Mediante Cartas Balance se identificó las actividades con bajos rendimientos y gracias a ello la supervisión del ingeniero a cargo fue mayor lo que permitió revertir esta situación anómala.
- Se mejore la utilización de las horas Maquina y por consecuencia se reduzcan los sobre costos por NO UTILIZACIÓN de los recursos.

La tribuna apropiada para tratar estos temas con las áreas de soporte y producción fueron las reuniones semanales implementadas.

3.5 GESTIÓN DE ADMINISTRACIÓN DE SUBCONTRATOS

Para un proyecto cuyo presupuesto contempla la contratación de más de 50% de sus trabajos, resulta una necesidad el establecer mecanismos de control y seguimiento eficientes para este rubro.

Para cumplir con este objetivo, se preparó un procedimiento de Gestión de Subcontratas el cual se implementó, este instructivo tiene como base el procedimientos de gestión de Subcontratas de GyM, con la adecuación al consorcio (figura 54), previa evaluación de su aplicabilidad. **ANEXO 1**

3.5.1 ASPECTOS DE DECISIÓN Y PUESTA EN MARCHA

La gestión de Administración de Subcontratos tiene como objetivo el control eficiente de los trabajos ejecutado por terceros y abarca los procesos de licitación, contratación, seguimiento, ejecución y liquidación de subcontratos. Los aportes sugeridos y mejorados en cada proceso durante la gestion a cargo del frente Casa de Maquinas son los siguientes:

Licitación

- Actualización de base de datos de contratos y proveedores de servicio.
- Establecimiento de flujos de comunicación y canales de aprobación para asignar contratos a terceros

Contratación

- Renovaciones de contratos existentes con terceros renegociando condiciones a favor del proyecto
- Establecimiento de un procedimiento de contratación.
- Monitoreo de vigencia de contratos.
- Sinergia con el área de Prevención de riesgos para reducir la informalidad de empresas subcontratistas de la zona.

Seguimiento

- Establecimiento de canales de comunicación entre Usuarios/área de Subcontratos/Proveedor de servicio.
- Monitoreo del comportamiento de valorizaciones mensuales.
- Presentación de propuestas de mejor a la gerencia

Ejecución

- Mejora en el cruce de información mensual de lo ejecutado Vs lo contratado
- Mejora en la gestion de adicionales y deductivos

Liquidación

- Puesta en marcha de procedimiento de gestion de Subcontratistas

- Liquidaciones mensuales por conceptos de apoyos prestados.

A continuación se describirá a mayor detalle los mecanismos de control y seguimiento a los subcontratos de Obra

3.5.1.1 Monitoreo Incidencias en Costo Total Mensual

En el siguiente cuadro se muestra la eficiencia del costo total del frente Casa de Maquinas en el periodo de Enero a Agosto del año 2014:

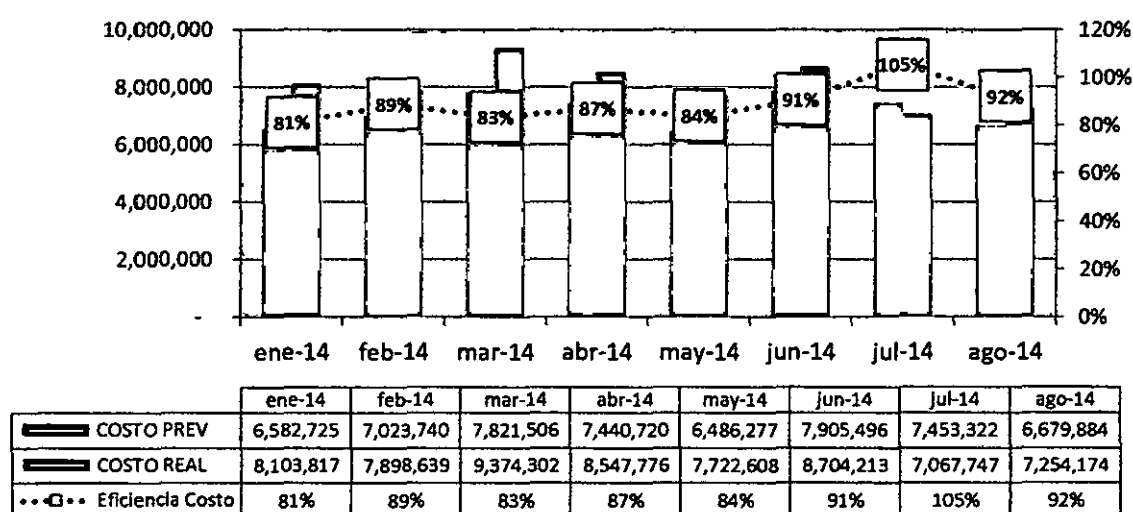


Figura 55: Eficiencia del Costo total Ago-14 - Frente Casa de Maquinas

De la información proporcionada por el área de Control de Proyecto (Control de Costos) tras el cierre de la contabilidad y de la redistribución de los costos de acuerdo a los rubros antes mencionados (Mano de Obra, Equipos, Subcontratos, Materiales y Gastos Generales) se tiene el siguiente resultado:

	Resultado Previsto - ago14	Gestión del Mes ago-14	Brecha del Mes
Venta Contractual	7,433,991	7,433,991	
Alineamiento CO.GE			
Sub Total Venta	7,433,991	7,433,991	
Mano de Obra	1,209,701	1,430,265	- 220,564
Materiales	2,048,745	2,608,959	- 560,214
Equipos	1,264,087	990,591	273,496
Sub Contratas	772,481	838,200	- 65,718
Gastos Generales	1,241,624	1,242,914	- 1,290
Sub Total Costos Directos	6,536,639	7,110,929	-574,290
Utilidad Directa	897,352	323,062	
Margen Directo (%)	12.07%	4.35%	
Sub Total Costos Financieros	143,245	143,245	-
Total Costos Bruto	6,679,884	7,254,174	-574,290
Utilidad Bruta	754,107	179,817	
Margen Bruto (%)	10.14%	2.42%	

Figura 56: Resultado del Mes de Agosto 2014 - Frente Casa de Maquinas

De lo mostrado en la figura 50, se observa que existen brechas negativas en los rubros de Mano de Obra, Materiales, Subcontratos y Gastos generales y solo el rubro de Equipos aparece con una brecha positiva; es decir que su costo real fue menor al costo previsto.

Dado que las valorizaciones con terceros no solo abarcan el rubro Subcontratas (SC) es necesario analizar los pagos efectuados a los terceros para que cada área usuaria mida su gestion y regule el consumo de sus recursos.

Rubro Materiales : Pago a empresa de transporte de materiales.
Áreas monitoreadas: Procura (Almacén y transportes)

Rubro Equipos : Pago de equipos alquilados, reparaciones externas, etc.
Áreas monitoreadas: Producción y área de Equipos (Taller Mecánico)

Rubro SC : Pago a subcontratistas de alcance directo en la obra
Áreas monitoreadas: Producción

Gastos Generales : Pago a proveedores de pasajes aereos, terrestres, alimentación, lavandería, etc.
Áreas monitoreadas: Administración (Servicios Generales)

Mano de Obra : No aplica.

3.5.1.2 Análisis de los Costos Asociados a Terceros

Se analizó los resultados del mes de agosto-2014 hallar puntos de mejora en la gestión en función de los servicios prestados, el histórico de valorizaciones a subcontratistas se muestra en la figura 57:

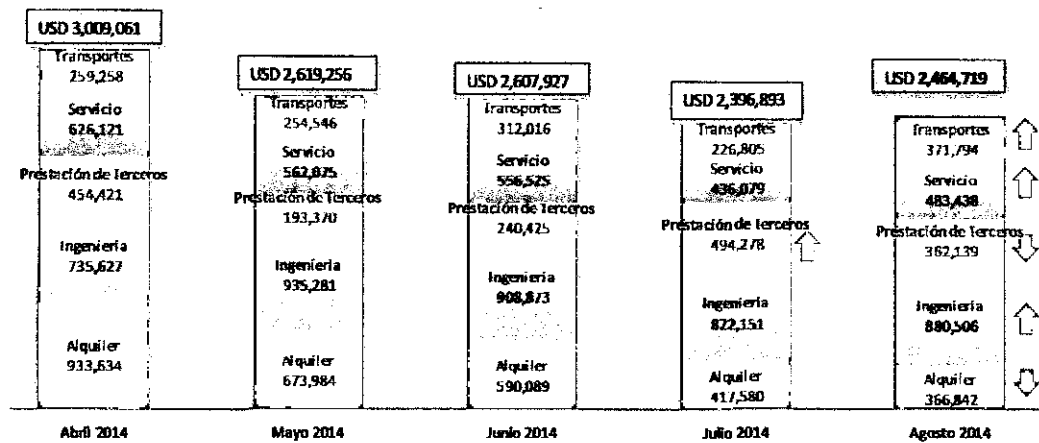


Figura 57: Distribución Histórica de Valorizaciones por Tipología de Costo Agosto .14

a) Subcontratos de Transportes

Incremento en valorizaciones de transportes de Cemento en Bombonas (110,00 dólares entre las Empresas RANSA Y ACUARIO), ante esta mayor demanda se renegoció los precios por Ton transportada. Ver figura 58.

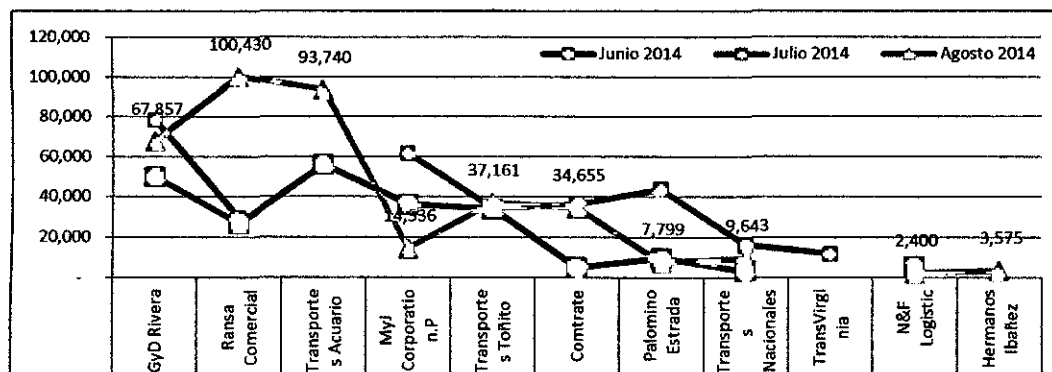


Figura 58: Transporte - Montos Valorizados por cada transportista Junio/Julio/Agosto.14

Tarifas renegociadas de 240 a 195 soles/ton en promedio – brecha por tarifa. Al mantenerse la demanda la brecha positiva estimada será de 36,375 dólares

b) Subcontratos de Servicio

Mayor valorización de concesionaria de alimentación ALINORTE respecto al mes anterior, un incremento de 50,000 dólares, así mismo los servicios del Restaurante Misky Mikuy en Salcabamba, incremento en 12,000 dólares, Servicios generales justificó ambos incrementos debido a mayor ingresos de personal y conglomeración de frentes de trabajo en la carretera Salcabamba – Obra.

c) Subcontratos de Prestación de Terceros

Se registró costos por reparación de daños a equipos devueltos a Ferreyros (17,000 dólares) debido a mala operación de personal a cargo.

Asesoría Legal para presentación del Claim al Cliente 3,900 dólares (el otro 50% lo asume Frente Presa.) y Asesoría técnica para obtención de permiso del ANA de la PTAR 80 (3,600 dólares)

d) Subcontratos de Ingeniería

Regularización de las valorizaciones de gerenciamiento de los socios.

e) Subcontratos de Alquileres

Se ha tenido una tendencia a la baja, salvo en el caso del Socio Astaldi debido al alquiler de un cargador traído de Presa y la empresa CIMSA quien ingreso una cisterna adicional (en total 2 unidades) en remplazo de la cisterna de la empresa N&F retirada por mal servicio en regado a la carretera/comunidad.

Alquileres de Equipos con Horómetro: Se analizó la proporción de costo pagado por ineficiencia de recursos y como se puede ver en la figura 59, en el mes de

agosto se ha reducido este concepto en cerca de 10 mil dólares con relación al mes anterior.

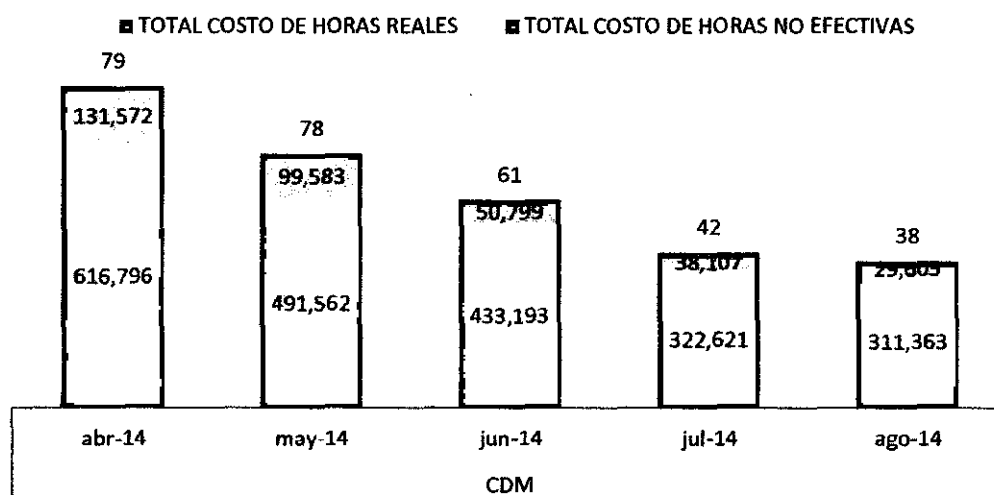


Figura 59: Relación Costo real y Sobrecosto (Stand By)

En la figura 60 se observa que en Agosto se tuvo el índice más bajo de sobrecosto por hrs min/Sb (9.51%)

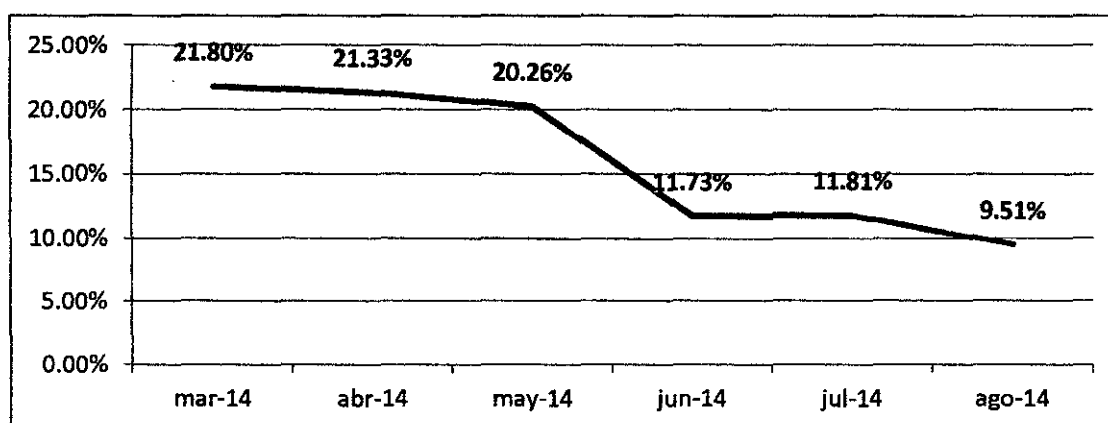


Figura 60: Relación Costo H. No efec/Efec

Esto quiere decir que del 100% del costo pagado por alquiler de equipos, el 9.51% corresponde a montos pagados por horas no trabajadas/aprovechadas. Aun cuando la evolución de eficiencia ha mejorado este concepto debe reducirse aún más, pues representa 29,605 dólares de sobrecosto

Oportunidad de Mejora, Principales Familias de equipos con mayor incidencia en sobrecosto por no utilización de Horas Mínimas en el mes de Agosto fueron:

Tabla 7: Equipos Alquilados con mejor utilización /mayor pagos de Stand by

CÓDIGO EQUIPO	SUBCONTRATISTA	Stand by (USD)
MA 14-952 - Excavadora	CGM RENTAL S.A.C.	2,287.80
MA 14-956 - Excavadora	UNIMAQ S.A.	2,347.80
MA 11-871 - Volquete	CORPORACIÓN MANUEL ABAD	836.94
MA 11-872 - Volquete	CORPORACIÓN MANUEL ABAD	1,139.70
MA 11-727 - Volquete	NyF LOGISTIC	914.78
MA 11-728 - Volquete	NyF LOGISTIC	457.50
MA 11-733 - Volquete	NyF LOGISTIC	298.90
MA 11-739 - Volquete	NyF LOGISTIC	589.89

Este análisis se presentó de manera mensual tras el cierre de valorizaciones de alquileres de equipos, en la reunión mensual de Costos del Frente Casa de Maquinas con el objetivo de mapear la evolución del costo y tomar acciones que se alinean al plan de reducción de costos y optimización de costo.

3.5.2 RESULTADOS OBTENIDOS

Para el mes de Septiembre del 2014 se obtuvieron mejores resultados que el mes anterior, como se puede ver en la figura 61:

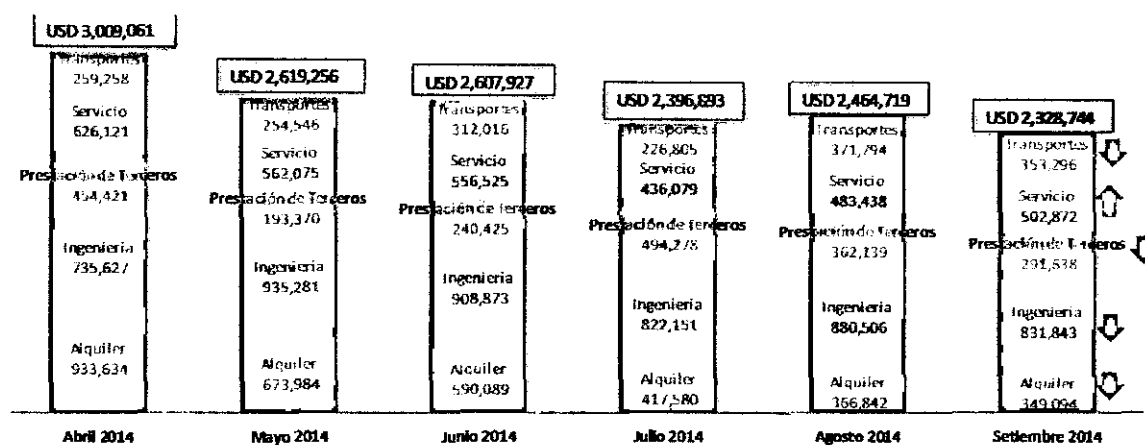


Figura 61: Distribución Histórica de Valorizaciones por Tipología de Costo Sep.14

Tal cual se previó el mes anterior, se obtuvieron brechas positivas respecto al costo previsto para el rubro de TRANSPORTE:

- Transportes ACUARIO, tras la renegociación exitosa de sus precios se consigue un ahorro de 19,796 Dólares por las 1385.77 Ton que se han transportado al frente en el mes. El mes pasado se transportó 1,093.63 Ton y la subcontratista facturó 93,739.71 dólares.
- Transportes JUSAT (Reemplazo de RANSA), tras la renegociación exitosa de sus precios se consigue un ahorro de 15,564 Dólares por las 871.63 Ton que se han transportado al frente en el mes. El mes pasado RANSA transportó 1,171.68 Ton y la subcontratista facturó 100,429 dólares.

Respecto al Rubro de SERVICIO: el incremento de lo valorizado se debió a mayor número de servicios solicitados, generados por un incremento de personal de la superintendencia de Obras Civiles.

En la figura 62 se muestra el resultado mes a mes de los costos por conceptos de Horas Reales y Horas Stand by pagadas, notándose una disminución mayor a la anterior registrada en el mes de Agosto 2014

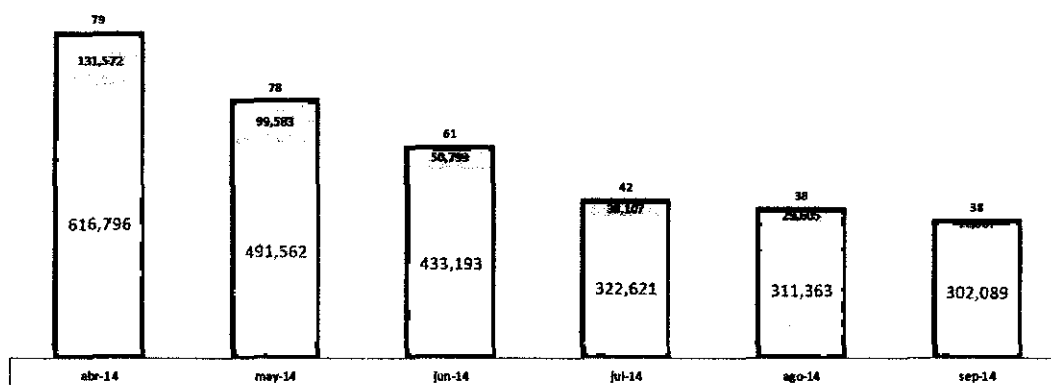


Figura 62: Relación Costo H. No efec/Efec (Septiembre 2014)

En complemento al cuadro anterior, en la figura 63 se observa que en Septiembre se tuvo el índice más bajo de sobre costo por hrs min/Sb (4.14%)

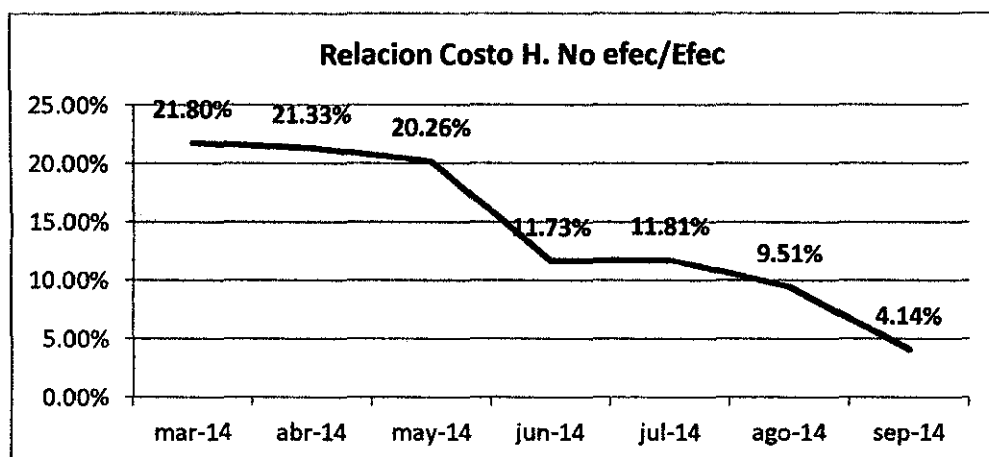


Figura 63: Relación Costo H. No efec/Efec (Septiembre 2014)

BIBLIOGRAFÍA

1. **PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. (2004).** Guía de la Dirección de Proyectos (PMBOK) (Vol. Cuarta edición). Newton Square, Pennsylvania.
2. **VIRGILIO GHIO CASTILLO. (2004).** Productividad en obras de construcción. Diagnóstico, crítica y propuesta, Lima – Perú: Editorial PUCP.
3. **GyM S.A. (2008).** Manual de Gestión de Proyectos. Perú
4. **ELIYAHU M. GOLDRATT Y JEFF COX. (1996).** La Meta – Un proceso de Mejora Continua. Monterrey- México: Ediciones Castillo,
5. **PORTAL DE INGENIERIA. (2011).** Especial Lean Construction – Una nueva forma de ver la ingeniería. Recuperado de [http:// www.portaldeingenieria.com](http://www.portaldeingenieria.com),
6. **PABLO ORIHUELA. (2008).** Metodologías estándar de gerencia de proyectos. Recuperado de <http://www.motiva.com.pe>,
7. **DANIELA ANDREA DÍAZ MONTECINO. (2007).** Aplicación del sistema de Planificación 'Last Planner' a la construcción de un edificio habitacional de mediana altura. Memoria de título, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad de Chile.
8. **LUIS FERNANDO ALARCÓN, (2011).** Lean Construction en Chile. Santiago. Editorial PUC de Chile, Chile.
9. **JAVIER CANDO, (2011).** Lean Construction en la Dirección de Proyectos, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Central del Ecuador, Ecuador.

ANEXOS

ANEXO 1: PROCEDIMIENTO DE GESTION DE SUBCONTRATOS

PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN	SGI-CRM-GSSO
GESTION CONTRACTUAL	Revisión: 0
GESTION DE SUBCONTRATOS	Fecha: 20/08/2014

1. OBJETIVO

Establecer el procedimiento para la contratación de terceros, para el control eficiente del trabajo ejecutado y de las valorizaciones presentadas por ellos, y la posterior liquidación del servicio.

2. DESARROLLO

La gestión de subcontratos está a cargo del Superintendente de Contratos, quien ha sido definido por el Director de Obra al inicio del Proyecto. Este proceso abarca varias etapas, las cuales se grafican en el presente flujo:

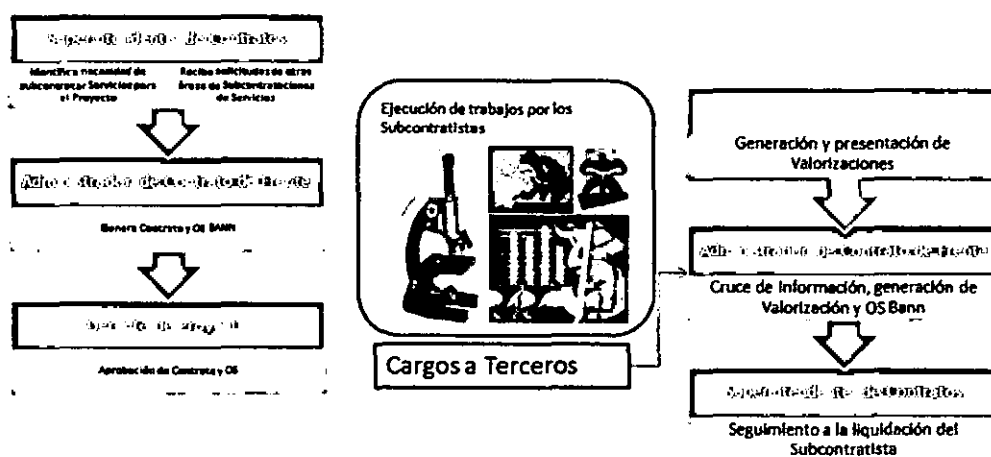


Figura 01 - flujo del control de subcontratas

2.1. Identificación de necesidad de subcontratar un servicio en el Proyecto

Durante la etapa de Planeamiento se identifican las actividades a subcontratar, que se reflejarán en un cronograma de subcontratas, en caso sea necesario. Este cronograma es producto del análisis de la necesidad de subcontratar un servicio según las características del Proyecto, la conveniencia de precios, las dificultades del Proyecto, entre otros puntos. La siguiente lista presenta algunos de los criterios, los cuales son de carácter enunciativo más no limitativo:

1. Trabajos de especialidad diferente a la principal (por ejemplo: Trabajos mecánicos dentro de una ejecución civil o viceversa).
2. Trabajos especializados difíciles de ser desarrollados por CRM (por ejemplo: fabricación y montaje de estructuras metálicas, sostenimientos de talud, Consultorías, etc.)
3. Trabajos que se deben realizar con personal local (por ejemplo: deforestación en zona, suministro de materiales de cantera, etc.).
4. Trabajos de ingeniería o afines (por ejemplo: diseño, estudios geotécnicos, etc.).
5. Trabajos de control de calidad especializados (por ejemplo: laboratorio de suelos y concreto, placas radiográficas, pruebas de carga, etc.).

En todos los casos hay que tener en cuenta que todo trabajo a ser realizado por un subcontratista, significa el mismo estándar de calidad, seguridad y máximo el mismo costo y alcance que ha sido previsto en el Presupuesto POA.

Si durante el Proyecto se decide subcontratar un servicio no planeado inicialmente, el área que lo requiera generará un PDO con las especificaciones del servicio a contratar, el

PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN	SGI-CRM-GSSO
GESTION CONTRACTUAL	Revisión: 0
GESTION DE SUBCONTRATOS	Fecha:20/08/2014

Superintendente de Contratos informará al responsable de Control de Proyectos para que previa aprobación se actualice Presupuesto POA con la finalidad de no provocar distorsiones en los análisis de brechas del Control de Costos.

2.2. Selección de subcontratista

En función al cronograma o la identificación de la necesidad de subcontratar un servicio en el Proyecto, se da Inicio al proceso de selección y convocatoria de subcontratistas. Este proceso puede realizarse directamente por el equipo del Proyecto o con el apoyo de las Áreas de Equipos y Logística de los socios del Consorcio.

El primer paso de esta actividad es la selección de los postores a invitar al proceso de licitación o cotización, para lo cual se tendrá en cuenta, de manera no limitativa:

- Subcontratistas registrados en el Sistema de Proveedores de los Socios.
- Subcontratistas regionales contactados directamente por el Consorcio.
- Vendor List entregado por el Cliente.
- Listas de marcas homologadas por el Cliente.

En caso se requiera evaluar la capacidad de los postores dada la naturaleza de los trabajos a subcontratar, se tomarán en cuenta los siguientes criterios:

SUBCONTRATISTAS	PROVEEDORES
CRITERIO	CRITERIO
Capacidad financiera	Capacidad financiera
Organización	Organización
Gestión de calidad	Gestión de calidad
Planificación	Ventas
Subcontratación	Cartera de clientes
Ingeniería Infraestructura	
Compras Evaluación de Proyectos anteriores	
Experiencia	
Gestión en seguridad	
Equipamiento en construcción Mano de obra	
Evaluación de Proyectos anteriores	

Figura 02 - Evaluación de capacidad de subcontratistas y proveedores.

Las solicitudes de cotización deberán incluir toda la Información comercial, técnica y de control de calidad necesaria para el suministro y deberán contener al menos la siguiente información:

- Unidades y Cantidades.
- Condiciones de Pago.
- Condiciones y tiempos de entrega máximos.
- Hojas de datos (data sheets) y otros documentos técnicos y/o información requerida (catálogos, manuales, tablas u otros).
- Requerimientos de información adicional para transporte: peso, volumen y número de piezas.
- Garantías requeridas al Proveedor.
- Condiciones comerciales estándares de cotización de CRM.
- Condiciones especiales que el cliente desee se cumplan.

PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN	SGI-CRM-GSSO
GESTION CONTRACTUAL	Revisión: 0
GESTION DE SUBCONTRATOS	Fecha: 20/08/2014

Dichas solicitudes deberán ser enviadas a los postores, por medio físico o electrónico.

Las ofertas recibidas son comparadas para determinar aquellas que presenten el menor costo final.

Para ello deberá elaborar el Cuadro Homologado de las Cotizaciones, el cual incluye los precios cotizados, condiciones de pago, plazos de entrega, excepciones y/o brechas a lo solicitado y en general toda aquella condición técnica, económica y/o comercial que permita una fácil comparación entre las ofertas.

Para efectos de la comparación se deberá homogeneizar todas las condiciones solicitadas, como por ejemplo tipo de moneda, condiciones de entrega, plazos de entrega, etc. Con la finalidad de facilitar la evaluación y comparación de las ofertas, se puede solicitar a los postores aclaraciones a sus ofertas. Durante esta etapa se podrá negociar con los postores, de ser posible, mejores condiciones comerciales para la selección definitiva.

El Cuadro Homologado de Cotizaciones es presentado al Director de Obra para la selección del postor, el cual deberá contar como mínimo con tres cotizaciones, salvo excepción. Seleccionada la oferta ganadora, se procede a la generación del Contrato de acuerdo a lo establecido en el numeral siguiente.

Las condiciones y periodos de pago a proveedores se establecen al inicio del Proyecto de acuerdo al flujo de caja y disponibilidad de efectivo del Proyecto. Sin embargo se puede negociar nuevos términos con los proveedores en función de la capacidad financiera de los mismos. Las nuevas condiciones de pago son incluidas en las Órdenes de Servicio (OS) y se ven reflejadas en el Flujo de Caja.

2.3. Generación del Contrato y OS BANN

El Contrato entre el subcontratista y CRM queda conformado por los siguientes documentos:

- Contrato.
- "Condiciones Generales de Contratación Versión 2" (CGC).
- "Responsabilidades de Empresas Subcontratistas o Prestadoras de Servicios" (RESPS).
- Algún otro documento técnico que amerite ser incluido como anexo como parte del subcontrato, como planos, cronogramas, especificaciones, cotizaciones, etc.

El orden de prelación de estos documentos es el mostrado en el listado anterior. Las "CGC" y las "RESPS" no deben ser modificadas por ningún motivo, todas las particularidades de la contratación deberán ser reflejadas en el Contrato. En algún caso especial o particular en el que se considere que dichos documentos no sean aplicables, deberá solicitarse la autorización del Asesor Legal para el uso de otro documento. Los tres documentos se adjuntan al presente procedimiento.

Todos los Contratos deben indicar claramente la siguiente información, cuando correspondan:

- Número de LOG.
- Nombre del Proyecto.
- Identificación del Subcontratista mediante razón social, domicilio legal, RUC.
- Nombre y número de teléfono de la persona de contacto del Postor.
- Descripción breve de los servicios, unidades de medida y cantidades.

PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN	SGI-CRM-GSSO
GESTION CONTRACTUAL	Revisión: 0
GESTION DE SUBCONTRATOS	Fecha: 20/08/2014

6. Precio, en la moneda convenida.
 7. Condiciones y forma de pago.
 8. Condiciones de entrega, incluyendo lugar, forma de entrega y destino final.
 9. Plan de inspecciones en fábrica.
 10. Plan de entregas convenido.
 11. Requerimientos de Manuales, Garantías de rendimiento y de funcionamiento, Certificados de Control de Calidad, Certificados de Calibración, Pruebas en Fábrica, etc.
1. Requerimientos de cálculos de diseño, información y planos, así como las fechas en que se requiere la entrega de información.
 2. Moras y penalizaciones por retrasos en las entregas, Cartas fianza por fiel cumplimiento.

Se debe adjuntar también las Condiciones Generales de Contratación, indicando las excepciones, Políticas de Calidad, PdR y Medio Ambiente, cuando apliquen y toda la documentación técnica necesaria para el correcto entendimiento de nuestros requerimientos. El contrato debe ser firmado por ambas partes como muestra de aceptación de las obligaciones allí estipuladas.

El Superintendente de Contratos designa crear la OS BANN, colocando sólo la información necesaria para el ingreso del costo y para poder rastrear la información cuando sea necesario. Se recomienda adjuntar en BANN el archivo Word del Contrato.

La OS puede ser:

- **Estándar (recomendada):** Se crea una vez y puede tener recepciones parciales (una por valorización). Se utiliza para subcontratos a suma alzada o a precios unitarios con montos finales conocidos.
- **Abierta:** Es un acuerdo de Precios. Funciona con despachos. Se utiliza para subcontratos en los que se necesita emitir un documento físico al subcontratista para cada despacho.

El costo del subcontrato deberá asignarse de acuerdo a la Estructura de Control definida por el Proyecto. Esta asignación se realiza cuando se genera la OS BANN. Cuando no es posible conocer por anticipado la distribución del costo del subcontrato en la Estructura de Control, el Superintendente de Contratos solicita crear una Partida Intermedia en la cual se asigna el costo del subcontrato. Una vez que el trabajo haya sido ejecutado y se conozca la distribución real del costo, se procederá a la redistribución del mismo por parte del Administrador/Contador en función a las valorizaciones aprobadas de los subcontratistas. La creación de la OS BANN no implica el ingreso de un costo a la Contabilidad, el ingreso del costo se hace efectivo con el envío de la OS BANN.

2.4. Aprobación de la OS BANN

La OS BANN debe ser firmada por las gerencias del CRM según el esquema siguientes:

VICE DIRECTOR DE OBRA	DIRECTOR DE OBRA
-----------------------	------------------

US\$ 20,000.00 < OS ≤ US\$ 999,999,999.99

Debe ser aprobada por el Comité Técnico Administrativo (CTA), previa aprobación del Director de Obra.

PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN	SGI-CRM-GSSO
GESTION CONTRACTUAL	Revisión: 0
GESTION DE SUBCONTRATOS	Fecha:20/08/2014

2.5. Presentación y Aprobación de la Valorización

La valorización se calculará periódicamente de acuerdo a lo que indique el Contrato, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Avance físico real y material en proceso del Contrato.
- Avance físico real y material en proceso de trabajos adicionales.
- Condiciones del Contrato (plazos, forma de pago, etc.).
- Precios unitarios y forma de medición pactados en el Contrato.
- Condiciones contractuales con el Cliente aplicables.
- Retención de Fondo de Garantía pactada.
- Amortizaciones de adelanto en caso hubiese.

La contratación de trabajos adicionales o nuevos deberá formalizarse mediante la emisión de una Adenda al Contrato o un Contrato nuevo. No se valorizarán los trabajos defectuosos o con observaciones hasta que éstas sean subsanadas. La última valorización se aprobará solo si se han cumplido todas las condiciones del Contrato, tales como: certificaciones, garantías, pruebas, entrega de manual de operación, entre otras.

El subcontratista elaborará y presentará sus valorizaciones al Superintendente de Contratos en las fechas pactadas en el Contrato, en el formato del modelo indicado y con la documentación de sustento solicitada.

Adicionalmente, se puede controlar el estado de los descuentos de anticipos al proveedor a través de los reportes del BAN, en la Figura 03 muestra el flujo.

2.6. Recepción en BANN de Órdenes de Servicio

Posterior a la aprobación de las valorizaciones, el Administrador de Contratos del frente procede a emitir parcialmente las Órdenes de Servicio BANN respectivas de cada subcontratista, en función de sus avances valorizados.

Aprobada la valorización y recepcionada la orden de servicio BANN. El subcontratista debe ser instruido por el Administrador de Contratos para emitir su factura de acuerdo a lo establecido en el procedimiento.

2.7. Suministros entregados por CRM a Subcontratistas

El Administrador de Contratos del frente debe identificar los apoyos de suministros que serán entregados por el Proyecto a los subcontratistas y que forman parte del alcance subcontratado de éstos últimos. Es recomendable que se negocie con el subcontratista el retiro de su alcance de dichos suministros y se le subcontrate por el monto exacto (neto) de su prestación, con la finalidad de evitar facturaciones y/o re-direccionamientos de costos posteriores por concepto de suministros entregados a terceros.

De no haberse hecho el subcontrato de esta manera, el Administrador de Contratos del frente debe solicitar la creación en BANN una Partida Intermedia para cada subcontratista, en la cual se cargará el costo de los recursos entregados, para su posterior facturación. Debe considerarse que el Proyecto no puede facturar al subcontratista combustibles ni explosivos, por lo que no deben incluirse estos conceptos en la facturación.

En cada cierre de mes se obtiene un estado de los cargos a cada subcontratista, a través del reporte de Partidas Intermedias emitido por BANN. Dichos cargos deben quedar en cero, ya sea

PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN	SGI-CRM-GSSO
GESTION CONTRACTUAL	Revisión: 0
GESTION DE SUBCONTRATOS	Fecha: 20/08/2014

emitiendo una factura o por medio de una adenda estipulada en el Contrato.

Las Partidas Intermedias quedan en cero cuando el Superintendente de Contratos realiza cualquiera de las siguientes acciones:

A. Emite una factura al subcontratista por los recursos entregados por el Proyecto:

El Superintendente de Contratos recepciona las valorizaciones presentadas por el subcontratista y posteriormente el Proyecto emite la factura. El administrador direcciona dichos costos a la Cuenta: Ingresos Varios.

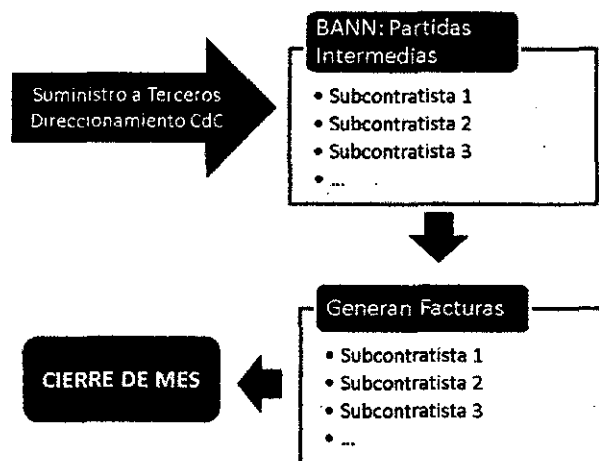


Figura 03 - facturación de cargos en partidas intermedias a subcontratistas

B. Abre una adenda en el Contrato:

En la elaboración del Contrato se puede colocar una adenda para la liquidación del Proyecto, con la finalidad que durante la liquidación del Proyecto se considere un precio unitario diferente al acordado inicialmente, donde la diferencia en el precio unitario se debe a los recursos entregados por el Proyecto.

El abrir una adenda en el Contrato permite al Proyecto entregar recursos al subcontratista, para lo cual se debe especificar claramente que la entrega de recursos por parte del Proyecto al subcontratista es con la finalidad de cumplirse con el trabajo requerido más no para la libre disposición del subcontratista. A las valorizaciones presentadas cada mes por los subcontratistas se le debe descontar los costos por los recursos entregados, los cuales se encuentran en las Partidas Intermedias.

Al final de cada mes el administrador debe re-direccionar los costos de las partidas intermedias de las subcontratas a la Cuenta Subcontratas y a las partidas del Proyecto correspondientes, según las indicaciones brindadas por el Superintendente de Contratos. La recepción de la OS en BANN ha sido realizada por el monto bruto (antes de descuentos). El ajuste en el costo de hace con la factura del subcontratista (por el neto) la cual es asociada a la recepción por el monto bruto y a los montos descontados.

Mes a mes

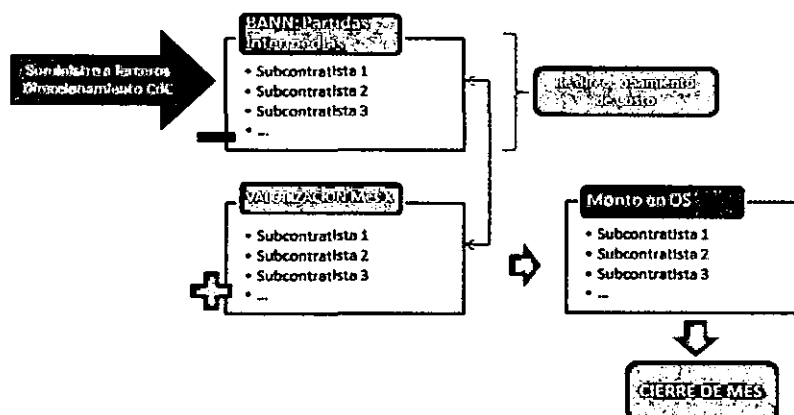


Figura 04 – manejo mensual de cargos en partidas intermedias a subcontratistas por medio de adendas

Durante la liquidación del subcontratista se realiza un ajuste en el precio unitario originalmente pactado, que consiste en dividir la cantidad de trabajo total realizado por el subcontratista entre la cantidad de dinero realmente pagado (Monto Valorizado menos Monto Descontado por recursos entregados).

A fin de Obra

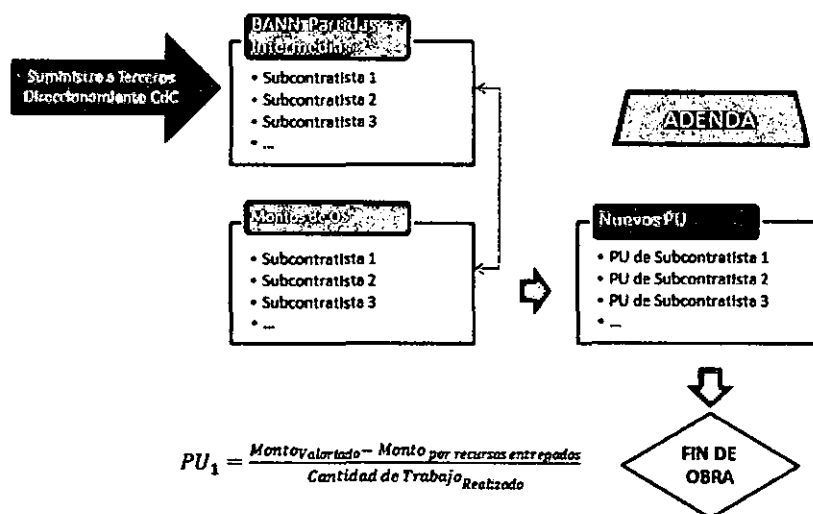


Figura 05 – cierre de cargos en partidas intermedias a subcontratistas por medio de adendas

Ambas alternativas son válidas, sin embargo se recomienda trabajar con Adendas ya que reduce el trabajo operativo. Es posible que el uso de Facturaciones pueda generar además complicaciones tributarias.

PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN	SGI-CRM-GSSO
GESTION CONTRACTUAL	Revisión: 0
GESTION DE SUBCONTRATOS	Fecha:20/08/2014

Las Partidas Intermedias deben quedar en cero como requisito fundamental para poder realizar el Cierre Mensual Contable. Los costos por recursos entregados por CRM deben ser descontados al subcontratista y distribuidos proporcionalmente según el trabajo realizado a los frentes y partidas correspondientes. Para ello debe incluirse el siguiente texto en la cláusula 3 en el modelo de *Contrato* adjunta:

"En caso el comitente proveyese algún recurso o insumo que fuese responsabilidad del prestador o que integrase sus precios unitarios, entonces se excluirá del valor de dicho precio unitario el que corresponda a los recursos o insumos asumidos por el comitente. Se deja constancia que dichos recursos o insumos, provistos por el comitente, se mantendrán como propiedad exclusiva del comitente debiendo ser consumidos solamente en beneficio del comitente para la ejecución del contrato de este último con su cliente principal. En este sentido, la provisión de recursos o insumos por el comitente de ninguna manera implicará una transferencia de propiedad a favor del prestador ni una cesión en uso para este último."

Este proceso debe realizarse mensualmente, evitando la acumulación de costos pendientes de ser facturados, ya que conforme va pasando el tiempo aumenta el riesgo de hacer efectiva la cobranza de este dinero.

2.8. Liquidación de Subcontratos

La liquidación de los subcontratistas está a cargo del Superintendente de Contratos, debiendo verificar la no existencia de algún tipo de deuda entre CRM y el subcontratista (Partidas Intermedias). Si los montos totales de la subcontrata varían, se debe realizar una corrección al *Contrato*, la cual debe ser aprobada por los responsables anteriormente mencionados.

Posteriormente el Superintendente de Contratos califica el trabajo realizado por el subcontratista y actualiza el Sistema de Calificación de Proveedores. A continuación se muestra un flujo resumen del proceso de Gestión de Subcontratas:

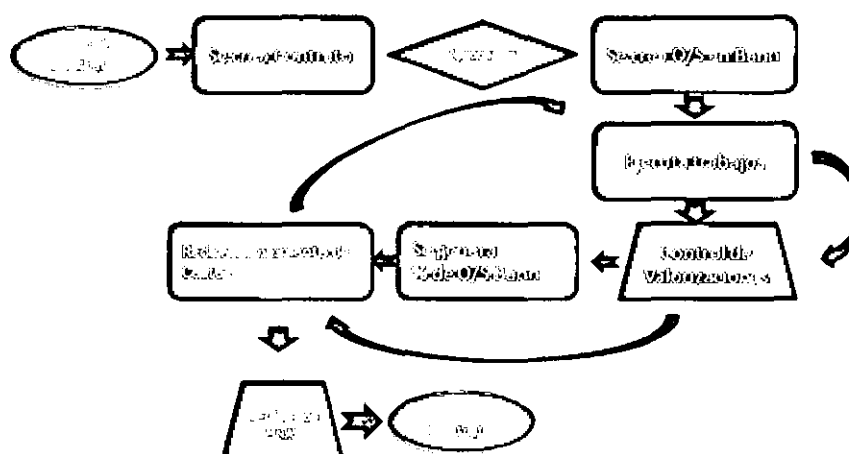


Figura 06 – Flujo resumen de control de subcontratas

PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN	SIG-CRM-GSSO
GESTION CONTRACTUAL	Revisión: 0
GESTION DE SUBCONTRATOS	Fecha:20/08/2014

2.9. Matriz de Responsabilidades

DO: Director de Obra

SpC /AdC: Superintendente de Contratos/ Administrador de Contratos

Prod.: Responsable de Producción

		DO	SpC /AdC	Prod.
1	Definir al Superintendente de Contratos	X		
2	Identificar la necesidad de Subcontratar un Servicio		X	
3	Emisión de especificaciones técnicas de las subcontratas de acuerdo a los requerimientos del Proyecto.		X	
4	Invitación a postores		X	
5	Evaluar y calificar a postores		X	
6	Elaborar cuadro homologado de cotizaciones		X	
7	Elección de postor	X	X	
8	Autorizar emisión de OS	X		
9	Generar OS y recabar aceptación de la misma		X	
10	Seguimiento de OS		X	
11	Enviar al Subcontratista el modelo de presentación de valorizaciones y la Hoja de Valorización de Subcontratos		X	
12	Definir las fechas de presentación de las valorizaciones de los subcontratistas.	X	X	
13	Verificar y aprobar mensualmente las valorizaciones de los subcontratistas.		X	
14	Generación en BANN de las Órdenes de Servicio, según el avance valorizado.		X	
15	Gestionar creación de Partidas Intermedias en BANN		X	
16	Indicar los montos a redistribuir a la cuenta subcontratas y a las partidas del Proyecto, los mismos que inicialmente fueron ingresados a las partidas Intermedias.		X	
17	Verificar que las Partidas Intermedias queden en cero		X	
18	Supervisar a los subcontratistas.		X	X
19	Informar sobre el avance y desempeño de los subcontratistas.		X	X
20	Liquidación de Subcontratistas		X	
21	Calificar al Subcontratista al finalizar los servicios prestados		X	

PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN	SGI-CRM-GSSO
GESTION CONTRACTUAL	Revisión: 0
GESTIÓN DE SUBCONTRATOS	Fecha:20/08/2014

3. REFERENCIAS

3.1. Mejores Prácticas

- ✓ Se recomienda enviar las solicitudes de cotización, adjuntando carta donde se indique fecha máxima de recepción de consultas, preguntas o aclaraciones técnicas y/o económicas y la fecha final de recepción de las cotizaciones.
- ✓ La devolución del fondo de garantía se procesará con la última valorización.

PLAN DE PRESENTACIÓN DE PROPUESTAS – PROVEEDORES

PROCESO	ACTIVIDADES	SUB-ACTIVIDAD	FECHAS	Puntos de Control Obligatorio
Planificación	Cotización con distintos proveedores	Selección de proveedores		
		Envío de Requerimiento - Necesidades de CRM		
		Reunión con los proveedores, Explicación de la necesidad		
		Resolución de consultas		
		Presentación de Propuestas		
	Otorgar Buena Pro	Evaluación de Propuestas		
		Otorgar la buena pro		
	Contrato	Firma del Contrato y Orden de Servicio		SI